91/321
220
L375

1662

Geometrisch-praktische

Construktion

der

Schatten

für

Architekten und andere zeichnende Künstler.

Von

J. E. Hummel,

Professor an der Königl. Kunst- und Bau-Akademie in Berlin, Mitglied des Senats derselben und Geschichtsmaler.

G VI 22

Mit 24 Kupfertafeln.

Wohlfeile Ausgabe.

Berlin, 1842.

Verlag von Friedrich August Herbig.

BIBLIOTHEK der städt. Gewerbeschule HALLE a. S.

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
Getty Research Institute

https://archive.org/details/geometrischprakt00humm

Vorwort.

Als ich 1809 an der Königlichen Kunst-Akademie den Unterricht im architektonischen und perspektivischen Zeichnen übernahm, führte ich auch, nebst der Projektions-Lehre, die geometrische Schatten-Construktion ein, so wie ich sie in diesem Werke vorgetragen habe, indem ich bereits damals eine kleine Schrift hierüber aufsetzte, die mir bei meinem Unterrichte als Leitfaden diente. Diese Schrift durch den Druck bekannt zu machen, fand ich damals um so

weniger Veranlassung, da ich mich überzeugt halten durfte, daß jede andere gute Anstalt nach denselben Grundsätzen den Unterricht ertheile; und ich erst später in Erfahrung brachte, daß ein solcher Unterricht in der Schatten-Construktion nicht nach festen Regeln, sondern bloß nach willkührlichem Verfahren ertheilt wurde.

Ich habe mich jetzt daher entschlossen, diese meine Lehre über die geometrische Schatten-Construktion als Vorbereitung zur Schattenlehre in der Perspektive, meinem Versprechen gemäß, besonders bekannt zu machen.

Ich verfiel gleich anfangs auf die Idee, die Lichtstrahlen vermittelst eines Cubus zu erklären, welches mir das Bequemste schien, weil man dadurch am deutlichsten sich überzeugen kann, daß nur die Projektion und nicht der eigentliche Lichtstrahl einen Winkel von 45° bildet, indem der Lichtstrahl immer mit der Projektion verwechselt ward, wie dies meine damaligen Schüler noch jetzt bezeugen werden.

Später haben Mehrere dieselbe Idee gehabt, vorzüglich französische Schriftsteller, welche die Lichtstrahlen auf dieselbe Weise annehmen und durch den Cubus schön erklären.

Indessen habe ich nicht für unzweckmäßig erachtet, auch nach Ansichten Anderer construirte Figuren aufzunehmen, so wie Franzosen und Italiener in der neuesten Zeit gethan haben. Auf diese Weise wird man den Unterschied der Verfahrungsart leicht fassen, und den Schatten auf mehrere Weise bestimmen können.

Vorzüglich verdient das Werk des Professors Bordoni, mancher sinnreichen Construktionen wegen, erwähnt zu werden; wir kennen aber dieses geistreiche Werk nur in dem Auszuge des Architekten Astolfi, wovon uns Herr Professor Bingler im Jahr 1827 zu Wien eine Uebersetzung gegeben hat. Aus diesem Werke habe ich einige Construktionen aufgenommen, wie z. B. die Schattenbestimmungen

einer Kugel, und vermittelst dieser den Schatten auf dem Pfuhle zu finden u. s. w., welche wegen ihrer Einfachheit alle Aufmerksamkeit verdienen.

J. E. Hummel.

Inhalt.

Seite

Anwendung der Methode der Projektionen auf das Zeichnen. 1

Was heißt der Lichtstrahl, oder was verstehen wir unter dieser Benennung? 2

Was für ein Licht eignet sich besonders, architektonische Gegenstände zu erleuchten? 4

Von der Richtung der Lichtstrahlen im architektonischen Zeichnen. 7

Von einem Cubus im Grundrisse, den Schlagschatten auf der horizontalen Ebene zu finden. 11

Ein Pfeiler mit einer vorspringenden Platte ist gegeben, man soll den Schlagschatten von der Platte auf dem Pfeiler und auf der Wand finden. 13

Die Stärke des Lichtes auf einer Fläche in verschiedenen Lagen zu bestimmen. 14

Einen Cylinder zu schattiren. 16

Das Glanzlicht auf einer Säule zu finden. 17

Wenn die zwei Axen einer Ellipse gegeben sind, die Kurbe zu ziehen. 19

Eine Tangente an einer Ellipse zu ziehen. 20

Wenn die zwei Axen einer Ellipse gegeben sind, so viel Punkte in der Kurbe zu finden, als man will, ohne eine Linie zu ziehen. 20

Seite

Auf eine andere Art. 21

Der Aufriß und Grundriß eines Kreises, nebst der Projektion des Lichtstrahls, ist gegeben, den Schlagschatten des Kreises zu finden. 22

Den Schatten eines Kreises auf der vertikalen Ebene zu finden. 23

Den Schatten eines Kreises, welcher parallel mit der vertikalen Ebene ist, auf der horizontalen Ebene zu finden. 24

Den Schatten eines Kreises, der perpendikular auf beiden Projektionsplänen stehet, zu finden 24

Diese Aufgabe ist wie die vorhergehende, mit dem Unterschied, daß der Schatten auf beide Projektionspläne zur Hälfte geworfen wird. 25

Den Schatten zu suchen, wenn der Kreis in der Ebene des Lichtes liegt. 25

Von einem Kreise, dessen horizontale Projektion rechtwinklig auf den Lichtstrahl ist, den Schlagschatten zu finden. 26

Auf dem Umkreise eines Zirkels die tangentirenden Punkte der Ebenen, welche durch das Licht gehen, zu finden, wenn der gegebene Zirkel oder Kreis nicht in der Ebene dieses nämlichen Lichtes liegt. 27

Die Projektion des Lichtes und die eines Cylinders sind gegeben, den Schatten des Körpers und den Schlagschatten desselben zu finden. 30

Derselbe Cylinder in einer andern Lage. 31

Die 19te bis 23ste Aufgaben enthalten denselben Cylinder in verschiedenen Lagen. . . . . 31 — 36

Ein Cylinder, welcher schräg von der horizontalen Ebene geschnitten wird, oder aufsteht, den Grenzschatten und den Schlagschatten des Cylinders auf der horizontalen Ebene zu finden. 36

Seite

Ein halber hohler Cylinder ist gegeben, den innern Schatten zu finden. 37

Es ist ein Theil eines hohlen Cylinders im Grundrisse und Aufrisse gegeben, welcher schräg auf der horizontalen Ebene aufstehet, den Schatten im Innern zu finden. 38

Ein halber hohler Cylinder im Grundrisse, den Schatten im Innern zu finden. 39

Derselbe in einer andern Lage. 40

Ein senkrechter hohler Cylinder mit einer Platte überdeckt u. s. w. 41

Es ist der Durchschnitt eines Tonnengewölbes und das Profil gegeben; den Schatten im Innern zu finden. 41

Auf einem Cylinder, worauf eine gerade Platte liegt, den Schlagschatten von dieser Platte auf dem Cylinder zu finden. 42

Ein Cylinder, worauf eine runde Platte liegt; den Schlagschatten der Platte auf dem Cylinder zu finden. 43

Den eignen Schatten auf der Oberfläche einer Kugel, und den Schlagschatten derselben auf der horizontalen Ebene zu finden. 44

Den eignen Schatten einer Kugel auf eine andere Weise zu finden. 48

Es ist der Grund- und Aufriß einer Kugel gegeben, den Schlagschatten auf eine andere Art zu suchen. . 49

Den Schlagschatten in einer halben Hohlkugel, in einer horizontalen Ebene liegend, zu finden. 51

Der Grund- und Aufriß des vertikalen Durchschnitts einer Hohlkugel ist gegeben, es sey die Contur des in das Innere desselben fallenden Schlagschattens zu bestimmen. 52

Es ist ein Kugelabschnitt im Grund- und Aufrisse gegeben, den Schlagschatten im Innern zu finden. . 53

Seite

Es ist der Aufriß des achten Theiles einer Hohlkugel gegeben, es sey die Contur des in das Innere desselben fallenden Schlagschattens zu bestimmen. . . . 54
Es ist der Aufriß einer hohlen Kugel mit einem horizontalen Durchschnitt oder Oeffnung gegeben, die Contur des Schattens von dem Umfange der Oeffnung in dem Innern der Kugel zu finden. . . . 55
Dasselbe auf eine andere Weise. 56
Es ist der vertikale Durchschnitt eines Kuppelgewölbes mit einer cylindrischen Laterne im Aufrisse und Grundrisse gegeben, den Schatten im Innern zu finden. . 57
Die vorige Aufgabe auf eine andere Weise. . . . 58
In dem Durchschnitt eines Spitzgewölbes den Schlagschatten im Innern zu finden. 60
Den innern Schatten eines elliptischen Gewölbes zu finden. 61
Das Aeußere einer Cubol im Grund- und Aufrisse ist gegeben, den eignen Schatten zu finden. 62
Eine Nische mit Kugelwölbung ist gegeben, den Schlagschatten im Innern derselben zu finden. 62
Die Hälfte der vorigen Nische u. s. w. 63
Eine Nische mit Kugelwölbung, welche schräg gegen den Durchschnitt beider Projektionspläne stehet. . . 63
Eine Nische mit Tonnenwölbung im Grund- und Aufrisse ist gegeben, den Schlagschatten im Innern zu finden. 64
Der Grund- und Aufriß des untern Theiles einer Cannelirung, wovon der obere Theil ein halber Cylinder, der untere der vierte Theil einer Hohlkugel ist. 64
Es ist der Grund- und Aufriß eines Pfuhles gegeben, es sey der eigne Schatten des Grund- und Aufrisses zu finden. 65
Es ist der Aufriß eines Pfuhles was immer für eines

Seite

Bogengesimses gegeben, es sey der eigne Schatten zu finden. 68

Wenn eine Hohlkehle an einem Säulenfuße gegeben, den Schlagschatten in der Kehle von der Linie des Rinnchens, welches sie deckt, zu finden. 69

Es ist der Aufriß einer Kugel gegeben, man soll sowohl den lichtesten Punkt bestimmen, als auch eine willkührliche Anzahl Ellipsen verzeichnen, deren Umfänge gleich beleuchtet sind. 70

Es ist in dem Aufrisse eines Pfuhles der Lichtpunkt, und so viel gleichbeleuchtete Linien als man will, zu bestimmen. 71

Es ist der Grundriß eines Pfuhles in einem Kreise gegeben; es sey der Lichtpunkt und einige gleich beleuchtete Linien zu bestimmen. 72

Diese Art, den Grenzschatten, den hellsten Punkt und die gleichbeleuchteten Linien zu finden, kann auch im Aufrisse eines Bogengesimses aufgenommen werden, wenn die Kugel als Aufriß betrachtet wird. . . . 73

Wenn der Grund- und Aufriß eines Kegels gegeben, den eignen Schatten sowohl, als auch den Schlagschatten zu bestimmen. 74

Einen Kegel auf der Spitze stehend, den eignen Schatten und den Schlagschatten desselben auf der horizontalen Ebene zu finden. 76

In einem Hohlkegel den Schatten im Innern zu finden. 79

Es ist der Grund- und Aufriß eines Theiles eines hohlen Kegels gegeben, es sey die Contur des innern Schlagschattens zu finden. 83

Einen Tropfen, in der dorischen Ordnung zu schattiren, den Schlagschatten von dem Riemchen auf dem Tropfen, und von diesem den Schlagschatten auf der Wand zu finden. 84

Seite

Der Auf- und Grundriß eines Kegels und einer Kugel sind gegeben; den Schlagschatten des Kegels auf der Kugel zu finden. 86

Dieselbe Aufgabe auf eine andere Art aufgelöst. . . 91

Dieselbe Aufgabe auf eine dritte Art aufgelöst. . . . 93

Den Schlagschatten eines Kegels auf einem Cylinder zu finden. 94

Auf eine andere Weise denselben Schatten von einem Kegel auf dem Cylinder zu finden. 96

Es ist der Grundriß und der Aufriß eines Kegels, wie auch der Grund- und Aufriß was immer für einer Linie gegeben; es sey die Contur des Schlagschattens dieser Linie auf dem Kegel zu bestimmen. 97

Dieselbe Aufgabe auf eine andere Art. 98

Eine jonische Basis im Grund- und Aufriß ist gegeben; die eignen Schatten und Schlagschatten der Glieder zu finden. 99

Ein toskanisches Capitäl zu schattiren. 102

Ein jonisches Capitäl zu schattiren. 104

Das jonische Capitäl in der Seiten-Ansicht zu schattiren. 108

Ein korinthisches Capitäl zu schattiren. 110

Der Aufriß eines dorischen Capitäls nebst Gebälke ist gegeben; man soll dasselbe schattiren. 114

In einem Giebel den eignen Schatten der Glieder, und von diesen die Schlagschatten auf dem Giebelfelde zu finden. 116

Einen runden Giebel zu schattiren. 119

Den Schlagschatten eines Kragsteines, z. B. in der korinthischen Ordnung, zu finden. 120

Den Schlagschatten von einer Basis eines Pfeilers auf einer Wand zu finden. 121

Seite

Ein Capitäl eines Pfeilers zu schattiren und den Schlagschatten auf der Wand zu finden. 122
Schlagschatten von freistehenden Säulen zu zeichnen. . 123
In einem Bogengang die Schlagschatten der Bogen zu bestimmen. 125
Der mittlere Durchschnitt eines Gurtbogens mit Pfeiler ist im Grund- und Aufrisse gegeben; die Schlagschatten im Bogen und auf der vertikalen Wand zu finden. 127
Die Schlagschatten auf Treppen zu finden. 1 Freitreppen. 130
2. Eine Treppe mit schräger Wange. 133
3. Dieselbe Treppe, wie die vorige, in einer andern Lage. 134
4. Auf einer Wendeltreppe die Schlagschatten zu finden. 134
Den Schlagschatten, welchen eine Stufe auf die andere wirft, zu finden. 135
Die Schlagschatten von der Wange auf den Auftritten zu finden. 135
Auf einer Wendeltreppe, welche mit einem Treppenhause umgeben, und in der Mitte eine Spindel hat, die Schlagschatten vom Treppenhause und Spindel zu finden. 1. Den Schlagschatten vom Treppenhause auf den Stufen zu finden. 136
2. Den Schlagschatten der Spindel auf den Stufen zu finden. 138

Von den Reflexen oder den Wiederscheinen. 139
Anwendung dieses Grundsatzes auf die Körper. . . . 141
Vom Reflex im eignen Schatten des Cylinders. . . 143
Das hellste Licht und die Stärke der Reflexe im Schatten eines halben hohlen Cylinders zu bestimmen. . 145

Seite

In einem Rinnleisten die dunkelste und hellste Stelle in dem beschatteten Theile zu finden. 146

Wenn sich der Rinnleisten ganz im Schatten befindet, die dunkelsten und hellsten Stellen zu suchen. . . . 148

Anmerkung: über verschiedene Flächen im Lichte, und ferne Gegenstände von den nahen zu trennen. . . 150

Einige Regeln, welche bei der Schattirung oder dem Tuschen der architektonischen Zeichnungen zu beobachten sind. 154

Den Aufriß eines dorischen Capitäls und Gebälkes mit Tusche anzulegen, und gehörig zu vollenden. . . . 157

Anwendung der Methode der Projektionen auf das Zeichnen.

Taf. 1. *Fig.* 1. Eine Zeichnung von einem bekannten Körper zu entwerfen, bedient man sich zweier Ebenen oder Pläne, nämlich einer senkrechten EG und einer horizontalen EF. Wenn der Körper A entworfen werden soll, so läßt man an dem Körper senkrechte Linien, wie ab, cd u. s. w., auf die horizontale Ebene EF fallen und bestimmt dadurch die Form des Körpers wie B; so zieht man auch die Linien ae, ce senkrecht auf die vertikale Ebene EG, wodurch man das Bild C erhält. Diese Methode giebt die Größe, Gestalt und Lage des Körpers an, und heißt alsdann die Projektion des Körpers. Das Bild B ist die horizontale Projektion und wird der Grundriß, das Bild C ist die vertikale Projektion und wird der Aufriß genannt. Dieser letztern Benennungen bedient man sich vorzüglich in den architektonischen Zeichnungen, wo die Grundrisse auf die

horizontalen und die Aufrisse auf die vertikalen Tafeln gezeichnet sind.

Giebt man nun den Linien ab, cd eine andere Richtung, ohne die Lage des Körpers zu verändern, wie in der *Fig.* 2., so erhält man eine andere Zeichnung, verschieden von der vorhergehenden, ohne daß sie aufhörte, eine Projektion zu seyn. Diese Linien als Lichtstrahlen betrachtet, würde B die Zeichnung des Schattens von diesem Körper, auf die horizontale Ebene geworfen, vorstellen.

Dieses sind die beiden Methoden, deren man sich bei dem architektonischen Zeichnen bedient; der ersten, um die Zeichnung selbst zu entwerfen, und der zweiten, die Zeichnung zu schattiren, oder zu beleuchten, damit man bei dem ersten Anblick sich einen deutlichen Begriff von der Form des Gegenstandes machen kann.

Anmerkung.

Was heißt der Lichtstrahl, oder was verstehen wir unter dieser Benennung?

Ein Licht verbreitet seinen Schein nach allen Seiten hin und kann folglich von allen Seiten gesehen werden; denken wir uns das Licht, indem es aus einem Punkte ausgehet, so wird es seinen Schein nach allen Richtungen in geraden Linien fortpflanzen,

und diese geraden Linien nennen wir Lichtstrahlen, deren wir uns unendlich viele denken können. Wenn diese Strahlen einen Körper auf seiner Oberfläche unmittelbar treffen, so werden sie denselben erleuchten, und da, wo die Strahlen den Körper nicht treffen, oder vorbei gehen, wird er im Schatten seyn. Setzen wir *Fig*, 2bis. eine senkrechte Linie cd auf eine horizontale Ebene, dem Lichte a ausgesetzt, so wird diese Linie von den Lichtstrahlen getroffen und ein Theil dieser Strahlen von der Linie aufgefangen werden; der obere Strahl des Lichtes ae wird an der Linie in d vorbei gehen und in e den horizontalen Plan erreichen; denn lassen wir aus dem Lichte a eine senkrechte auf den horizontalen Plan in b fallen, und ziehen aus b durch den Punkt c, wo die Linie aufstehet, eine Linie be, so werden wir ein aufrechtstehendes rechtwinkliges Dreieck dce erhalten, welches der Schatten von dieser Linie ist, und dieser Schatten wird eine senkrechte Ebene bilden, welche, indem sie nach ab verlängert wird, durch das Licht a gehet. Setzen wir ferner in diese Ebene irgend einen Körper, z. B. einen Cubus, so wird dieser von der Ebene in fgh geschnitten; denn die Linie be wird den Cubus in f treffen. Ziehen wir aus f eine Senkrechte fg und aus g die gh parallel mit be, so liegen diese Linien

in der senkrechten Ebene des Dreiecks und zugleich auf der Oberfläche des Cubus: folglich wird der Cubus in diesen Linien von dem Dreieck geschnitten, und cfgh der Schatten seyn, welchen die Linie cd auf die horizontale Ebene und den Cubus wirft. Diese Ebene des Dreiecks, welche durch das Licht gehet, nennen wir den vertikalen Durchschnitt des Lichtes. Solcher Ebenen können wir so viele annehmen als wir wollen, und alle Gegenstände oder Körper, welche sie treffen, damit schneiden. Wird das Licht unendlich entfernt angenommen, so werden seine Strahlen parallel seyn, und folglich auch seine senkrechten Durchschnitte, welche durch das Licht gehen; wir nennen daher diese die Durchschnitte parallel mit dem Lichtstrahl.

Wir haben dieses für nöthig gehalten, voraus zu schicken, damit man die folgenden Sätze besser verstehen kann, wo diese Ausdrücke öfter gebraucht werden.

Was für ein Licht eignet sich besonders, architektonische Gegenstände zu erleuchten?

1) *Fig.* 3. Wenn das Licht aus einem Punkte a ausgehet und die Strahlen nach allen Seiten hin sich ausbreiten, so wird die Kugel ab von einem Theil derselben getroffen, und dieser Theil wird er-

leuchtet seyn; da, wo aber die Strahlen an der Kugel streifen oder tangentiren, wie an dem kleinern Kreis der Kugel bcd geschiehet, wird der übrige Theil der Kugel sich im Schatten befinden. Dieser kleinere Kreis wird also die Grenzen des Schattens und Lichtes angeben, und dieser Schatten wird der Grenzschatten oder der Schatten des Körpers genannt.

Stellt man hinter der Kugel eine senkrechte Tafel auf, so werden die verlängerten tangentirenden Strahlen von der Tafel geschnitten, und einen Kreis bilden, welcher kein Licht erhält, und der Schlagschatten des Körpers genannt wird. Diese Strahlen werden einen Kegel bilden, wovon das Licht die Spitze, und der Schlagschatten auf der Tafel die Basis ist. Wird die Tafel von der Kugel weiter hinweggerückt, so wird sich der Kreis des Schlagschattens immer vergrößern, je weiter die Tafel weggerückt wird. Dieses Licht kann man mit dem Lampen oder Kerzen-Licht vergleichen.

2) Ist das Licht a größer (*Fig.* 4.) als die Kugel b, so ist die größere Hälfte der Kugel b im Lichte und die kleinere im Schatten. Der Schlagschatten c, von einer senkrechten Tafel aufgefangen, wird kleiner als die Kugel werden; verlängert man die Strahlen, so werden sie in eine Spitze d endi-

gen, diese wird die Spitze eines Kegels seyn, wovon die Sektion aa des leuchtenden Körpers die Basis ist. Da aber außer den Strahlen ad, welche den Kegel bilden, noch andere wie ac' an dem Körper vorbei gezogen werden können, so entsteht ein anderer Schatten c'c', der wieder einen Zirkel bildet, zum Theil aber noch beleuchtet ist, und dieser heißt alsdann der Halbschatten. Wird die Tafel weiter hinweggerückt, hinter d, so kann sie keinen eigentlichen Schatten mehr auffangen, sondern wird nur noch einen Halbschatten erhalten, welcher eines Theiles des Lichtes beraubt ist, und immer größer und schwächer wird, je weiter die Tafel entfernt wird. Dieses Licht ist mit einer Feuersbrunst zu vergleichen.

3) Rückt man das Licht (*Fig.* 3.) a weiter hinweg, so wird der Winkel eaf immer kleiner und acf immer größer, so daß letzterer Winkel, wenn a unendlich weit weggerückt ist, ein rechter wird und folglich die Lichtstrahlen parallel werden, wie in *Fig.* 5. Die eine Hälfte der Kugel würde alsdann erleuchtet und die andere im Schatten seyn. Denn die Lichtstrahlen werden einen der größten Kreise der Kugel tangentiren, und zusammen einen Büschel ausmachen, der einen Cylinder bildet, dessen Durchmesser dem des größten Kreises der Kugel gleich ist. Stellt man eine senkrechte Tafel hinter der Kugel auf, so

daß die Strahlen senkrecht auf dieselbe fallen, so wird dieser Cylinder von ihr geschnitten und einen Kreis bilden, gleich dem größten Kreise der Kugel, welcher der Schlagschatten von der Kugel ist. Stellt man aber die Tafel so, daß die Lichtstrahlen spitz- oder stumpfwinklig auf dieselbe fallen, so wird der Schlagschatten eine Ellipse seyn.

Dieses sind die drei Arten von Beleuchtungen, welche sich in der Natur befinden, und wovon man die letztere gewählt hat, architektonische Zeichnungen zu schattiren, weil sie sich besonders dazu eignet, die Gegenstände deutlich darzustellen; und dieses Licht ist mit dem Sonnenlicht zu vergleichen, weil seine Strahlen parallel unter sich sind.

Von der Richtung der Lichtstrahlen im architektonischen Zeichnen.

Fig. 6. Es sey AB eine horizontale Ebene, auf welcher ein Cubus steht. Betrachte man in diesem Cubus die Ansichten cd, dc′ als die zwei Projektionstafeln, cd die horizontale und dc′ die vertikale. Ziehet man von dem Winkel C, auf den entgegengesetzten Winkel d, eine gerade Cd, so wird diese Linie die Achse oder die Diagonale des Cubus seyn.

Nehme man ferner an, daß diese Diagonale ein gegen E verlängerter unendlicher Lichtstrahl sey, oder bis zur Sonne reiche. Soll nun die horizontale Projektion dieses Lichtstrahls gefunden werden, so lasse man eine Perpendikulare aus irgend einem Punkte wie C auf die horizontale Ebene AB fallen, wo dann c die Projektion von C ist; und wo das äußerste Ende d des Lichtstrahls die Ebene AB berührt, wird die Gerade cd die horizontale Projektion von Cd seyn, ein Theil des Strahles oder derjenige von der Diagonale des Cubus. Man bemerkt, daß die Gerade cd die Diagonale des Cubus in der obern Ansicht ist, welche auf dem Plan AB liegt, und welche den rechten Winkel in zwei gleiche Theile theilt, und folglich einen Winkel von 45° mit der Seite c″d bildet; denn da diese Seite der gemeinschaftliche Durchschnitt der beiden Ansichten cd, dc′, oder der beiden Projektions-Pläne ist, so macht die horizontale Projektion der Diagonale des Cubus einen Winkel von 45° mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitt der beiden Projektions-Pläne, oder besser, mit dem vertikalen Plan. Wenn man die cd gegen A bis ins Unendliche verlängert, so bekommt man die unendliche Projektion des Strahles Ed. Um nun die vertikale Projektion desselben Strahles zu bekommen, läßt man aus dem Punkte C eine Perpendikulare

auf den vertikalen Plan fallen, und man wird c′ für die vertikale Projektion von C erhalten, und da Cd in d den vertikalen Plan berührt, so wird die Gerade c′d die gesuchte Projektion seyn. Diese Linie ist auch die Diagonale eines Quadrates, und macht folglich einen Winkel von 45° mit der Seite c″d, oder mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitt beider Projektions-Pläne. Also die Projektion eines Lichtstrahles, welcher die Richtung der Diagonale eines Cubus hat, wovon eine der Ansichten parallel mit dem vertikalen Plan ist, macht einen Winkel von 45° mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitt beider Projektions-Pläne.

Nimmt man die Kante cC als eine senkrechte Linie oder Stange, welche auf der Fläche AB stehet, an, so würde der Schatten, nach dem angenommenen Lichtstrahl, die Linie cd seyn; weil der Strahl den Schatten von C nach d wirft, und in c, wo die Stange auf der Fläche aufsteht, der Schatten seinen Anfang nimmt. Man siehet auch, daß, wenn man den Schatten durch die Projektion gesucht hätte, man das nämliche Resultat bekommen haben würde; denn c′c″ kann als die vertikale Projektion von cC angesehen werden, und man siehet ferner, daß die vertikale Projektion (c′d) des Strahls Ed,

bis auf den horizontalen Plan verlängert, denselben Punkt d angiebt. Betrachtet man die gerade cC als eine Seite oder Kante des Cubus, so ist sie auch die Seite eines Quadrats, gleich demjenigen, wovon cd die Diagonale ist. Denn da diese Diagonale der Schatten von cC ist, kann man schließen, daß, weil die Projektionen des Lichtes einen Winkel von 45° mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitt der beiden Projektions-Ebenen bilden, die Länge des Schattens von einer perpendikularen geraden Linie auf eine der zwei Ebenen der Diagonale des Quadrates von dieser nämlichen Linie gleich ist; denn man kann auch c′d als den Schatten von c′C betrachten, welche auf der vertikalen Ebene senkrecht stehet.

Weil die Sonnenstrahlen parallel unter sich sind, so sind auch ihre Projektionen unter sich parallel; ziehet man also durch die Punkte f, d, c″ Parallelen mit cd und durch die obern Punkte F, D, c′ parallele Strahlen mit Ed, so erhält man die Punkte g, h, i auf dem horizontalen Plan, und folglich den Schatten dieser geraden Linien. Verbindet man die Punkte g, h, i durch gerade Linien parallel mit den Linien FD, Dc′, so erhält man den ganzen Schatten des Cubus auf der horizontalen Ebene. Aus dem

Gesagten folgt, daß wir weiter keine Schwierigkeiten finden werden, die folgende Figur zu zeichnen.

Zuvor muß ich noch erwähnen, daß der Vortheil dieser Beleuchtung in architektonischen Zeichnungen darin bestehet, daß man aus dem Schatten den Vorsprung der Theile, welche auf einer senkrechten Ebene rechtwinklig liegen, messen kann, da der Schatten immer dem Vorsprunge gleich ist, wie z. B. bei Gesimsen u. s. w. Man sehe die 1ste *Fig.* in der zweiten Tafel, wo der Schatten ab dem Vorsprunge ac, oder a'b' im Grundrisse gleich ist.

1ste Aufgabe.

Es sey cc''d der Grundriß und ef'd'c' der Aufriß eines Cubus, und man soll den Schlagschatten desselben auf der horizontalen Ebene suchen.

Fig. 7. Wir werden mit einem Punkte des Cubus zu entwerfen anfangen und mit jedem andern Punkte wiederholen. Es sey ch, he' die Projektion des Lichtstrahles, indem sie einen Winkel von 45° mit dem gemeinschaftlichen Durchschnitt beider Projektions-Ebenen bildet; wenn wir mit dem Strahl zeichnen wollen, so müssen wir ihn zuerst suchen, welches darin bestehet, die ursprüngliche Gerade zu finden, welche uns die Projektion verschaffte. Aus

irgend einem Punkte c im Grundriß errichten wir auf ch eine Perpendikulare cC gleich cc'; tragen diese Höhe cC auf ch von c nach x, und die Gerade Cx (welche die Diagonale des Quadrates ist) von c nach d, ziehen die unbeschränkte Gerade Cd, welche die Diagonale des Cubus seyn wird, oder der gesuchte Strahl; und der Winkel Cdc, welcher ungefähr 35° 16′ ist, wird das Maaß der Neigung des Strahls mit der horizontalen Ebene seyn, und nicht 45°, wie Einige gewöhnlich glauben, welche die Projektion für den Lichtstrahl selbst ansehen; dann wäre dieser Strahl 45° auf den horizontalen Plan geneigt, wie es Cx seyn würde, wovon die Länge der Höhe der Geraden gleich ist, oder die Seite des Quadrates von dieser Linie seyn würde, während daß cd, der Schatten dieser nämlichen Linie, die Diagonale des Quadrates von seiner Höhe ist. Wir sehen ferner, daß, wenn der Strahl Cx einen Winkel von 45° mit der horizontalen Ebene machte, die vertikale Projektion c'x' von diesem Lichtstrahl nicht 45° mit eh machen könnte. Es ist wichtig, den Strahl mit seiner Projektion nicht zu verwechseln. Der Schatten von Dd wird dh seyn, und so die andern.

Anmerkung.

Wir werden künftig den Lichtstrahl, oder die wahre

Richtung desselben, gleich auf der Durchschnittslinie der beiden Projektions-Ebenen auf folgende Weise zeichnen, im Fall es nöthig ist, parallele Linien mit demselben zu ziehen. Man ziehe nämlich die Projektionen des Lichtes uv und uw, lasse aus v eine senkrechte vw auf hu, und auf w eine senkrechte ws auf wu, gleich xv, und ziehe su, welches die Richtung des eigentlichen Lichtstrahles ist, womit man dann die Parallelen Cd, Ef, u. s. w. ziehen kann.

2te Aufgabe.

Ein Pfeiler mit einer vorspringenden Platte ist gegeben, man soll den Schlagschatten von der Platte auf dem Pfeiler und auf der Wand finden.

Taf. 2. *Fig.* 1. de und d′e′ ist die Projektion des Lichtstrahls von 45°. Man ziehe im Aufriß den Strahl cb und schneide ab in b; ziehe aus diesem Punkte eine Parallele mit cd″, welche der Schatten ist. Ferner um den Schatten der Platte auf der Wand zu finden, ziehe man im Grundrisse von der Ecke d′ den Strahl d′e′ bis an die Wand he′ in e′, ziehe aus e′ eine Senkrechte auf e′h und schneide den Strahl de in c, so ist c der Schatten von d; alsdann ziehe man aus c eine parallele Linie mit fd und aus f den Lichtstrahl mit de parallel,

so ist fged der Schatten von der Ebene fd. Die Ebene cd'' wird eben so gesucht. So ist auch der Vorsprung des Pfeilers auf der Wand zu finden, indem man aus der Ecke des Grundrisses den Strahl bis an die Wand ziehet, und dann eine senkrecht aus diesem Punkte auf he' setzt. Die Breite des Schattens ab ist immer dem Vorsprunge oder der Ausladung ac gleich; man kann daher nur ac von a nach b tragen, und erhält so den Schatten; dasselbe ist auch der Fall bei dem Pfeiler und der Platte auf der Wand, wo he' gleich hd' ist.

3te Aufgabe.

Die Stärke des Lichtes auf einer Fläche in verschiedenen Lagen zu bestimmen.

Fig. 3. Es sey ab eine Ebene oder Tafel, auf welche die Lichtstrahlen rechtwinklig fallen. Man theile ab in gleiche Theile, z. B. in acht, und ziehe die Strahlen oa, 1a', 2a'' u. s. w., so ist die Summe von Strahlen, welche ab erhält, gleich $\frac{8}{8}$. Legen wir die Ebene ab um c als eine Axe herum, so daß sie den zweiten Strahl 1a' in a' erreicht, so wird die Ebene a'b' nur $\frac{6}{8}$ von den Strahlen auffangen und $\frac{3}{4}$ von dem Lichte erhalten, welches die erste hatte; neigen wir dieselbe Ebene, auf dieselbe Weise, wie die vorige, bis auf den dritten Strahl

in a'', so erhält diese Ebene von diesen acht Strahlen nur viere, also nur die Hälfte des Lichtes, welches die Tafel ab empfing; ferner neigen wir die Tafel noch mehr bis in a''' auf den vierten Strahl, so erhält die Ebene nur $\frac{2}{8}$, folglich nur $\frac{1}{4}$ von dem Lichte, welches ab erhielt; wird endlich die Ebene bis d geneigt, und folglich parallel mit den Lichtstrahlen, so befindet sich die Ebene im Schatten. Hieraus folgt, daß, wenn die Lichtstrahlen senkrecht auf eine Ebene fallen, sie das volle Licht erhält; fallen aber die Lichtstrahlen spitz- oder stumpfwinklig auf eine Ebene, so nimmt das Licht immer mehr ab, nach Maaßgabe wie die Winkel spitzer oder stumpfer werden.

Messen wir die Winkel, unter welchen die Lichtstrahlen einfallen, z. B. 1a'f, 2a''g, 3a'''h, so läßt sich die Abnahme des Lichtes finden und eine Tabelle aufstellen, wonach man die verschiedenen Ebenen schattiren kann. Wir wollen nur bei diesen vier Neigungen der Ebene stehen bleiben, und die Winkel sammt der Stärke des Lichtes bestimmen, da sich dann ein Jeder selbst eine Tabelle verfertigen kann. Wenn daher der Einfallswinkel des Lichtes unter einem rechten Winkel einfällt, so hat die Ebene das Maximum von Licht; ist der Winkel 1a'f = 49°,

so ist das Licht $\frac{3}{4}$. Ist der Winkel $2a''g = 31^0$, so ist das Licht $\frac{1}{2}$. Wenn der Einfallswinkel $3a'''h$, $14\frac{1}{2}^0$ ist, so hat es nur $\frac{3}{4}$ davon. Kehren wir dieses um und sagen, der Schatten sey 1, so ist, wenn der Einfallswinkel des Lichts $14\frac{1}{2}^0 = \frac{3}{4}$ vom Schatten

wenn $31^0 = \frac{1}{2}$ —

— $49^0 = \frac{1}{4}$ —

— $90^0 = 0$ —

Nach diesem Schema ist die 4te *Fig.* angelegt, mit dem Unterschiede, daß anstatt vier Strahlen, das Doppelte angenommen ist.

4te Aufgabe.

Einen Cylinder zu schattiren.

Fig. 2. Zieht man aus dem Mittelpunkt c im Grundriß die Projektion des Lichtstrahles von 45^0 ca, so ist b, wo der Kreis geschnitten wird, das höchste Licht, weil der Lichtstrahl senkrecht auf dem Kreise stehet; ziehet man noch andere Lichtstrahlen parallel mit ca, wie de, so werden die Winkel bed immer kleiner, folglich nimmt das Licht immer mehr ab, bis es in f und g tangentirt, und in diesen Punkten die Grenze des Lichtes und Schattens bestimmt wird, oder wo der Cylinder kein Licht mehr erhält. Die Linie fg theilt den Kreis in zwei gleiche Theile, wovon die vordere Hälfte sich im Lichte, die hintere aber

aber im Schatten befindet. Man ziehe also aus f senkrecht in die Höhe auf den Aufriß, welche Linie den Grenzschatten, oder Schatten des Körpers, bestimmt; ziehet man aus b ebenfalls in die Höhe, so ist diese Linie das stärkste Licht. Hinter der Linie f'h ist der Schatten am stärksten und nimmt nach der Rechten zu ab, weil das Reflexionslicht da stärker wird, welches wir späterhin näher aus einander setzen wollen.

5te Aufgabe.

Das Glanzlicht auf einer Säule zu finden.

Sind die Cylinder polirt, wie es bei Säulen oft der Fall ist, so muß der Wiederschein des Lichtes angegeben werden; denselben zu finden beruhet auf folgendem Erfahrungssatz: nämlich daß der Einfallswinkel des Lichtes auf einer polirten Ebene oder Spiegel dem Reflexionswinkel gleich ist. *Fig.* 2. bis wenn AB die Fläche eines Spiegels ist, a ein lichter Punkt, und b das Auge; so wird das Auge den lichten Punkt im Reflex auf der Oberfläche des Spiegels in c sehen. Um den Punkt c zu finden, ziehe man aus a eine senkrechte Linie auf AB, welche man nach d verlängert und Ad gleich Aa macht, alsdann ziehe man db und schneide AB in c, welches

der gesuchte Punkt ist; verbindet man c mit a durch eine Gerade, so ist der Einfallswinkel acA gleich dem Reflexionswinkel bcB. Wenden wir diesen Satz auf den Cylinder an, so theile man den Winkel aci in zwei gleiche Theile in k, in welchem Punkte der Wiederschein seyn wird. Denn ziehet man ck nach l verlängert und aus k den Lichtstrahl km parallel mit ac, aus demselben Punkte k eine Parallele mit ic, welche Linie senkrecht auf die Durchschnittslinie der beiden Projektionsebenen ist, und den Sehestrahl, welcher in der Projektion unendlich entfernt angenommen wird, vorstellt, so ist der Winkel mkl gleich lkn; folglich der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel gleich. Denn der Winkel aci ist durch cl in zwei gleiche Theile getheilt, mk parallel mit ac; und nk parallel mit ic, folglich der Winkel aci gleich dem Winkel mkn, welcher durch die Linie cl wieder in zwei gleiche Theile getheilt ist. Man ziehe also aus k eine Senkrechte auf den gemeinschaftlichen Durchschnitt beider Projektionspläne bis in den Aufriß, so ist diese Linie die Spiegelung des Lichtes, welche durch eine helle Linie angegeben wird, wie man in der Figur nachsehen kann.

Da wir in der Folge oft Ellipsen zu zeichnen haben, so wird es nöthig seyn, ehe wir weiter gehen,

einige Methoden anzugeben, wie solche leicht zu construiren sind, und man kann sich alsdann diejenige wählen, welche einem Jeden am bequemsten ist.

6te Aufgabe.

Wenn die zwei Axen einer Ellipse gegeben sind, die Kurbe zu ziehen.

Fig. 5. Hat man die zwei Axen ac und cd senkrecht auf einander gezogen, so beschreibe man mit dem Halbmesser der großen Axe, aus dem äußersten Endpunkte der kleinen Axe c, als Mittelpunkt, einen Kreis fgf′ und schneide damit die große Axe in f und f′, welche beiden Punkte die Brennpunkte der Ellipse genannt werden. Alsdann nehme man nach Belieben einen Theil der großen Axe in den Zirkel, z. B. von b nach e, und beschreibe aus den Brennpunkten f, f′, als Centrum unbestimmte Kreise c′ c″; hernach nehme man ae in den Zirkel, gleich der Differenz von be zur großen Axe, und beschreibe ebenfalls aus den Brennpunkten andere unbestimmte Kreise, welche die ersteren in c′, c″ schneiden, welche Punkte in der Kurbe sind; auf dieselbe Weise suche man mehrere Punkte, durch welche man die Kurbe ziehet.

7te Aufgabe.

Eine Tangente an einer Ellipse zu ziehen.

Fig. 6. Um eine Tangente dT zu ziehen, ziehet man aus den beiden Brennpunkten, f, f′, nach einem bestimmten Punkte T, wo die Tangente gezogen werden soll, Linien fT, f′T; theilt den Winkel aTb in zwei gleiche Theile, welcher durch diese Linien gebildet wird, und ziehet die Linie cc′, auf welcher man im Punkte T die Perpendikulare Td setzt, welche die Tangente seyn wird.

8te Aufgabe.

Wenn die zwei Axen AB, CD, einer Ellipse gegeben sind, so viel Punkte in der Kurbe zu finden, als man will, ohne eine Linie zu ziehen.

Fig. 7. Nehmen wir an, die Ellipse sey gezeichnet. Fügen wir die kleine Axe eC, als Verlängerung der großen Axe von A nach c hinzu; so wird der Punkt A nothwendig in der Kurbe der Ellipse, und die Gerade ce wird der Summe der beiden halben Axen gleich seyn. Wenn wir diese Linien auf eine Weise bewegen, so daß ihre beiden äußersten Punkte immer auf den Richtungen der beiden Axen sich befinden, wie die gerade Linie c′e′, c″e″ u. s. w.,

so wird sich nach und nach in den verschiedenen Lagen der Punkt A in a', a'' u. s. w. befinden; aber immer in der Circumferenz der Ellipse.

Auf eine andere Art. Tragen wir die kleine Axe eD auf die große Axe von B nach d, so wird de die Differenz der beiden Axen seyn, und B wird in der Circumferenz liegen; bewegen wir diese Linie eB auf die Art, daß die Punkte d und e, von der Differenz immer auf der Richtung der beiden Axen zu stehen kommen, wie $d'e'$, $d''e''$ u. s. w., so wird B sich nach und nach in b' und b'' u. s. w. befinden und immer in der Kurbe der Ellipse seyn. Aus dieser Eigenschaft entstehen zweierlei einfache Weisen, durch welche man so viel Punkte in einer Ellipse finden kann, die hinreichend sind, die Kurbe zu zeichnen.

Die Anwendung davon ist sehr gut in der Projektion, Perspektive u. s. w. zu gebrauchen. Die Verfahrungsart ist folgende: man schneidet zwei Streifen Papier wie y, z, *Fig.* 8. mit Lineal und Federmesser, und bemerkt sich auf diesen Streifen die zwei halben Axen, so wie gesagt worden; richtet nun das eine oder andere dieser Papiere ein, so wie es in der Figur zu sehen ist, und bemerkt sich mit Bleistift die Punkte in der Ellipse, wie a und b, und fährt so fort bis Punkte genug sind.

9te Aufgabe.

Der Aufriß und Grundriß eines Kreises, nebst der Projektion des Lichtstrahls, ist gegeben, den Schlagschatten des Kreises zu finden.

Taf. 3. *Fig.* 1. Es sey cd, dc' die Projektion des Lichtes und kfghi der Grundriß, g'h'i'k der Aufriß des Kreises. Man nehme in dem Umkreise beliebige Punkte an; durch jeden dieser Punkte ziehe man parallele Linien mit cd; diese Linien sind die horizontalen Projektionen eben so vieler leuchtender Strahlen; durch jeden der correspondirenden Punkte im Aufrisse ziehe man Parallelen mit c'd', welche die vertikalen Projektionen dieser nämlichen Lichtstrahlen seyn werden, wie wir es schon früher gesehen haben; durch jeden der Durchschnittspunkte dieser letzten Linien mit AB lasse man perpendikulare Linien herab, und schneide die horizontalen Projektionen des Lichtes, und jeder Durchschnittspunkt wird der Schatten des correspondirenden Punktes seyn. Z. B. der Schatten von h wird m, der von l wird n u. s. w. seyn. Also der kreisförmige Schatten nopq u. s. w. wird der Schatten des Kreises seyn. Dieser Schatten ist kreisförmig, weil die Strahlen, welche die Circumferenz des Kreises

umgeben, einen Cylinder bilden, wovon die Axe schräg, und welcher parallel mit seiner Base durch die horizontale Ebene geschnitten ist: daraus folgt, so oft dieser Fall eintritt, daß die Art verkürzt werden kann, denn man braucht nur den Schatten des Mittelpunktes u zu suchen, welcher v seyn wird; und mit dem Radius, dem des Kreises gleich, einen Kreis aus diesem Punkte zu beschreiben.

10te Aufgabe.

Den Schatten eines Kreises auf der vertikalen Ebene zu finden.

Fig. 2. So wie in der vorhergehenden Aufgabe ziehe man durch willkührlich angenommene Punkte im Kreise die horizontalen Projektionen des Lichtstrahles bis an die Linie AB; aus jedem dieser Durchschnittspunkte mit dieser Linie errichte man unbestimmte senkrechte Linien. Hernach ziehe man aus jedem der vertikalen Punkte g′, h′, j, k′ die vertikale Projektion des Lichtes, und jeder Durchschnittspunkt mit der korrespondirenden Perpendikulare wird der Punkt des gesuchten Schattens seyn. Dieser Schatten wird eine Ellipse bilden, weil der durch die Strahlen gegebene Cylinder schräg von der vertikalen Ebene geschnitten wird.

11te Aufgabe.

Fig. 3. Die 3te Figur, da sie bezugsweise auf die vorhergehende ist, wird nicht schwieriger zu zeichnen seyn. Es betrifft nur, auf der horizontalen Ebene den Schatten des Kreises, welcher parallel mit der vertikalen Ebene ist, zu suchen.

12te Aufgabe.

Fig. 4. In der 4ten Figur ist der gegebene Kreis perpendikular auf die beiden Projektionspläne; folglich kann man die Hauptpunkte erkennen wie c, d, e im Grundrisse, und e′, f′, e″ im Aufrisse, man kann auch die Schatten zu diesen Punkten finden, welche e, f, g, h, i seyn werden, aber wenn man den Punkt f durchschneidet, bleiben nur vier Punkte in der Circumferenz der Ellipse, welche nicht ausreichen, diese Curbe zu zeichnen. Man muß also noch Zwischenpunkte annehmen, wie j, k u. s. w., auf der horizontalen Projektion des Kreises; da aber die Höhen dieser Punkte unbekannt sind, so muß man nothwendig den Kreis in den horizontalen Plan umlegen, und die Perpendikularen jJ, kK aufrichten, welche die gesuchten Höhen seyn werden; auch die Punkte l, m werden in den vertikalen Plan von e′ nach l′ aufgetragen, welches die Höhe kl oder jm

ist; alsdann läßt sich ohne Schwierigkeit die Zeichnung vollenden.

13te Aufgabe.

Fig. 5. Die 5te Figur ist dieselbe Aufgabe als die vorhergehende; nur mit dem Unterschied, daß der Schatten auf beide Projektions-Ebenen zur Hälfte geworfen wird.

14te Aufgabe.

Den Schatten zu suchen, wenn der Kreis in der Ebene des Lichtes liegt.

Taf. 4. *Fig.* 1. uv und uw seyen die Projektionen des Lichtes; man lasse aus einem Punkte v, der Linie uv, eine Senkrechte auf AB fallen, verlängere sie bis an die Linie uw in w, setze in diesen Punkt auf der Linie uw eine Senkrechte ws, gleich xv, und ziehe su.

Man ziehe durch den Kreis cd eine unbestimmte Linie cg, welche die horizontale Lage eines Planes ist, der durch den Strahl gehet; man ziehe an der Ellipse im Aufrisse zwei Tangenten parallel mit uv bis AB verlängert. Von den Durchschnittspunkten j, k lasse man Perpendikularen von Au fallen, welche verlängert cg, in l, g schneiden; diese Punkte bestimmen die Länge lg des gesuchten Schattens. Da es

aber in der Folge nöthig ist, die tangirenden Punkte, h', i' genau zu wissen, welches bei einer Ellipse schwerer als bei einem Cirkel ist, so wollen wir den Punkt genauer suchen. Legen wir den Kreis in die horizontale Ebene, und ziehen in der Richtung des Lichtstrahls, nämlich parallel mit us, die Tangenten Mg, Nl, welche die gesuchten Punkte J, H angeben; aus diesen Punkten lasse man Perpendikularen auf cg fallen, und man hat die horizontale Projektion h, i, und folglich auch h', i im Aufrisse, welche alsdann genauer bestimmt sind. Wir sehen bei dieser zweiten Verfahrungsweise, daß man den Schatten lg leichter gefunden haben würde, ohne die vertikale Projektion des Kreises nöthig zu haben.

15te Aufgabe.

Wir setzen nun einen Kreis, dessen horizontale Projektion ab rechtwinkligt auf den Lichtstrahl ist.

Fig. 6. *Taf.* 3. Nach dem, was wir in der vorhergehenden Aufgabe gesehen haben, können wir diese Aufgabe auf eine leichtere Art abkürzen. Wir wissen, daß, wenn der Lichtstrahl in der Richtung der Diagonale eines Cubus ist, die Länge des Schattens einer perpendikularen geraden Linie in der horizontalen Ebene der Diagonale des Quadrates von

seiner Höhe gleich ist; man nehme also ea oder eb, welche man auf irgend einer Perpendikularen von e nach f trägt, und nehme fa oder fb, welche man von e nach g und von g nach h trägt. Man wird eh zur Länge des Schattens des vertikalen Diameters des Kreises haben. Hernach ziehe man durch g von der einen und andern Seite eine Perpendikulare auf eh, auf welche man den Radius des Kreises von g nach i, und von g nach j trägt; die Gerade ij wird der Schatten des horizontalen Diameters desselben Kreises seyn. Wir haben dann die zwei Axen einer Ellipse, welche man mit einem Lineal von Papier beschreiben kann.

16te Aufgabe.

Auf dem Umkreise eines Zirkels die tangentirenden Punkte der Ebenen, welche durch das Licht gehen, zu finden, wenn der gegebene Zirkel oder Kreis nicht in der Ebene dieses nämlichen Lichtes liegt.

Taf. 4. *Fig.* 2. Wir haben eine ähnliche Aufgabe in *Fig.* 1. *Taf.* 4. schon gelöst, welche weiter keine Schwierigkeiten machte, weil die Ebene des Kreises in derselben Ebene des Lichtes war, und man den Kreis nur in die horizontale Ebene umzulegen

brauchte, um alsdann eine Tangente am Kreise zu ziehen. Aber in diesem Falle haben wir nicht denselben Vortheil, weil diese Ebenen in der Lage verschieden sind; wir müssen sie also auf einen und denselben Plan zu bringen suchen, oder auf zwei parallele Pläne unter sich; welches wir mit etwas Aufmerksamkeit thun können.

Der Grundriß des Kreises ist ab, und a'b' der Aufriß. Es sey uv, uw die Projektion des Lichtes. Man lasse aus einem Punkte v der Linie uv eine Senkrechte uw auf AB fallen, und schneide wu in w; setze auf uw in w eine Senkrechte ws gleich xv, so ist su der Lichtstrahl oder die Diagonale des Cubus in die horizontale Ebene umgelegt, und uw die horizontale Projektion des Dreiecks uws. Man ziehe ferner aus u eine Parallele, ut mit ab, dem Grundrisse des Kreises, und projektire das Dreieck uws auf diese Linie; läßt man nämlich aus w eine Senkrechte wt auf ut fallen, so ist ut die Projektion von uw; nimmt man nun tr gleich ws, und ziehet ru, so ist urt das Dreieck, in die Ebene ut projektirt und in die horizontale Ebene umgelegt. Richtet man nun die beiden Dreiecke auf die horizontale Ebene auf, nämlich usw auf die Linie uw, und urt auf die Linie ut, so werden die beiden aufgerichteten Strahlen su und ru in dem Punkte u auf

der horizontalen Ebene zusammentreffen, und diese beiden Linien in einer Ebene liegen. Folglich würde ur, aufgerichtet auf ut, der Strahl seyn, welcher sich in der Ebene des Kreises ab befindet; denn ut haben wir parallel mit ab gezogen. Legen wir nun den Kreis ab in die horizontale Ebene, wie ecfd, und ziehen die beiden Tangenten cg und dh parallel mit ur, so werden diese uns die Punkte c, d genau angeben. Man lasse also aus c, d senkrechte Linien, ck und di, auf ab fallen, ziehe aus i, k senkrecht in die Höhe, nehme ok' gleich ck, und pi' gleich di, welche die Punkte im Aufrisse bestimmen werden. Ziehet man im Grundrisse aus g, h senkrechte Linien auf ab, und aus k und i Parallelen mit uw, den Lichtstrahlen, so werden sich diese Linien in m und n schneiden, und diese Punkte die tangentirenden Punkte in der Ellipse, oder des Schattens seyn. Man sieht, daß, wenn man dieses Verfahren wiederholt, man mehrere Punkte in der Ellipse finden kann. Oder aber man kann auch die Linie, z. B. km, welche mit ut parallel gezogen ist, gleich der Diagonale der Höhe des Quadrates von ck machen, wodurch man so viele Punkte in der Ellipse erhalten kann, als man will.

Wir sind bei den Schatten des Kreises etwas umständlich gewesen, weil diese Aufgaben fast alle

Schwierigkeiten enthalten, welche bei dem Construiren der Schatten in verschiedenen Ebenen vorkommen können; aus dieser Ursache wollen wir auch die Schatten des Cylinders in den nämlichen Lagen als die der Kreise construiren, wie wir so eben gesehen haben, so auch in derselben Projektion des Lichtes.

17te Aufgabe.

Die Projektion des Lichtes und die eines Cylinders sind gegeben, den Schatten des Körpers und den Schlagschatten desselben zu finden.

Fig. 3. ihfg ist der Grundriß und kli′f′ der Aufriß. Hier braucht man nur das Centrum des Hauptkreises u zu suchen, welches v seyn wird; aus diesem Punkte und mit dem Radius ug beschreibe man einen Kreis, an welchen man die Tangenten fp, is an den zweien Kreisen ziehet, und der Schatten auf der horizontalen Ebene ist bestimmt. Man siehet leicht, daß fp, is die Schatten der Linie kf′, li′ im Aufrisse sind, welche die tangentirenden Linien in der horizontalen Ebene 1fp, 2is, indem sie durch das Licht gehen, vorstellen, und welche den Cylinder in f und i auf seiner ganzen Höhe treffen. Wir sehen auch, daß die eine Hälfte des Cylinders fhi im Schatten, und die andere fgi im Lichte ist, und

daß g das höchste Licht seyn wird. (Man sehe die *Fig.* 2. *Taf.* 2.)

18te Aufgabe.

Fig. 4. Die 4te Figur stellet einen Cylinder vor, dessen Lage derjenigen des Kreises *Fig.* 2. *Taf.* 3. ähnlich ist, und wird auf dieselbe Weise construirt.

19te Aufgabe.

Fig. 5. Die 5te Figur ist der *Fig.* 3. *Taf.* 3. ähnlich und folglich die Construktion dieselbe. Wir bemerken nur noch, daß die Tangente i′z′ als der Riß eines parallelen Planes mit dem vertikalen Plan, der durch den Lichtstrahl gehet, betrachtet werden muß, und welche den Cylinder im Grundriß, in der Linie ik, tangentirt; folglich wird der Schatten dieser Linie in der horizontalen Ebene z′y seyn, für den Theil zi; und in dem vertikalen Plan i′z′, für den andern Theil (im Grundrisse) zk. Das Nämliche wird seyn in Ansehung der Tangente f′x. Es wird nützlich seyn, wenn der Leser den ganzen Schatten des Cylinders sucht, indem er den Grundriß von dem vertikalen Plan weiter wegrückt.

20ste Aufgabe.

Taf. 5. *Fig.* 1. Wir suchen gleich den Schatten von den zwei Basen des Cylinders auf dieselbe

Weise, wie wir es mit dem Kreise gemacht haben. (*Taf.* 3. *Fig.* 4.) Alsdann ziehen wir zwei Tangenten an diesen Ellipsen, und wir werden den Schatten des Cylinders auf der horizontalen Ebene haben. Dieses ist aber nicht hinreichend, wir müssen noch, im Grundrisse sowohl als auch im Aufrisse des Cylinders, die tangentirenden Linien der Lichtebene finden, welches wir schon gemacht haben (*Fig.* 2. *Taf.* 4.), das heißt, wir müssen den Lichtstrahl in die Ebene des Kreises legen, welches wir, wie folgt, machen können.

Wenn uv und uw die Projektion des Lichtstrahls ist, so lasse man eine senkrechte Linie aus v auf AB herabfallen und schneide damit uw in w; setze auf uw in w eine Senkrechte ws gleich xv und ziehe su, welche die Diagonale des Cubus ist; alsdann ziehe man aus dem Punkte u eine Parallele ut mit dem Kreise ed, und trage das Dreieck uws auf diese Linie ut, indem man die wt senkrecht auf ut ziehet, so ist ut die Projektion von uw; denn u ist die Projektion von beiden Linien und t diejenige von w; nun nehme man tw gleich ws, so ist uw der Lichtstrahl, in die Ebene des Kreises ed gebracht. Richtet man dann das Dreieck uws auf die Linie uw auf, und das Dreieck uwt auf die Linie ut, so werden die aufgerichteten Strahlen in dem Punkte u zusammen

mentreffen und in einer Ebene liegen. Da nun das umgelegte Dreieck utw in die horizontale Ebene, in die Projektion des Lichtstrahls uw fällt, so folgt daraus, daß, wenn die Fläche des Kreises (wie hier ed) perpendikular auf AB (dem Durchschnitt beider Projektionspläne) stehet, die tangentirenden Lichtstrahlen auch 45° sind. (Man sehe den Cubus *Taf.* 1. *Fig.* 6.)

Ziehet man also die Tangenten af, e'k am umgelegten Kreise parallel mit wu, so erhält man die tangentirenden Punkte a, b; aus diesen Punkten läßt man auf ed (dem Cylinder) senkrechte Linien fallen, und die Linien im, lh werden die tangentirenden Linien, oder die Grenzen des Schattens auf dem Cylinder oben und unten seyn; zuletzt trage man die Höhen ia, hb auf den Aufriß, und man wird die Linien h'l', i'm' für die Grenzen des Schattens im Aufrisse erhalten.

Wir haben es nicht für unnöthig gehalten, diese Verfahrungsart zu wiederholen, ob wir sie gleich früher gegeben haben; auch bemerken wir noch, daß der Lichtstrahl rc, indem er perpendikular auf den Kreis fällt, oder auf das Profil des Cylinders, uns den Punkt c angiebt, und den Ort, wo der Cylinder am hellsten ist; denn die durch diese Punkte erhaltenen Linien werden hl für den Grundriß, und i'm' für

den Aufriß, und die hellsten Theile auf beiden Rissen seyn.

Taf. 4. *Fig.* 6. Nachdem wir die zwei Theile der Ellipsen gemacht haben, wie in der 5ten Figur *Taf.* 3., so legen wir den Kreis xy in die horizontale Ebene, projektiren den Strahl in die Ebene des Kreises, und ziehen die Tangenten parallel mit diesem Strahl; von den Punkten a, b ziehen wir die Linien ac, bd, welche die Grenzen des Schattens seyn werden; von e, dem äußersten Ende der Tangente be, ziehen wir die Linien ef tangentirend an der Ellipse; diese Linie wird der Schlagschatten von der tangentirenden Linie des Cylinders auf der horizontalen Ebene seyn. Zuletzt legen wir den Kreis yz im Aufrisse in die vertikale Ebene, und dieser Kreis wird sich in derselben Ebene, als die vertikale Projektion des Lichtes, befinden. Ziehen wir zwei Tangenten gh, ik parallel mit der Projektion des Lichtstrahls; von den Punkten g, i ziehen wir die Linien lm, no, welche die Grenzen des Schattens im Aufrisse des Cylinders seyn werden; vom Punkte k ziehen wir die Linie kp, diese Linie wird der Schlagschatten auf der vertikalen Ebene, durch die Tangente no geworfen, und der ganze Schatten des Cylinders wird auf beiden Ebenen gezeichnet seyn.

21ste Aufgabe.

Fig. 2. *Taf.* 5. Die 2te *Fig.* ist der *Fig.* 1. *Taf.* 4. ähnlich, und ist eben so gezeichnet, wird also weiter keine Schwierigkeiten machen.

22ste Aufgabe.

Fig. 3. Die 3te *Fig.* construirt sich wie die 6te *Fig. Taf.* 3. Wir bemerken nur, daß die Base kfl, indem sie in den horizontalen Plan gelegt, und das Licht in diesen Plan gebracht ist, nur eine gerade Linie wie ch seyn kann; folglich wird der Punkt F, welcher der obere Theil des Cylinders ist, der Ort seyn, welcher ein stärkeres Licht auf der Linie fe empfängt, als alle andere Theile des Cylinders, welche nicht auf dieser Linie sind. K, L werden die Berührungspunkte der leuchtenden Ebene, welche auf der Oberfläche tangentirt, seyn; die Projektionen von diesen Tangenten werden in der horizontalen Ebene die Linien ka, lb, und in der vertikalen Ebene k′a′, l′b′ seyn; der Schatten von diesen Linien in der horizontalen Ebene wird mi, nj seyn.

23ste Aufgabe.

Fig. 4. Wenn wir das, was wir bis jetzt gesagt, gehörig verstanden haben, und vorzüglich die *Fig.* 2. *Taf.* 4., so werden wir weiter keine Hin-

derniſſe finden, dieſe Figur zu conſtruiren, weswegen wir auch die Buchſtaben weggelaſſen haben, weil die Verfahrungsart ganz der 2ten *Fig.* ähnlich iſt, welche wir ſo eben angeführt haben. Auch iſt es gut, dem Fleiße des Leſers etwas zu überlaſſen, welcher ſich ſehr üben muß.

24ſte Aufgabe.

Ein Cylinder, welcher ſchräg von der horizontalen Ebene geſchnitten wird, oder aufſteht, iſt gegeben, den Grenzſchatten und den Schlagſchatten des Cylinders auf der horizontalen Ebene zu finden.

Taf. 6. *Fig.* 1. bkadic iſt der Grundriß, und a′b′c′d′ der Aufriß. uv und uw ſind die Projektionen des Lichtes. Man ziehe aus einem beliebigen Punkte v in der Linie uv eine Senkrechte vw auf yb′, und ſchneide wu in w; ziehe vy parallel mit a′d′, und ws parallel mit nm, aus y aber eine Senkrechte ys auf yb′, ſchneide damit ws in s, und verbinde us mit einer Linie.

Zieht man die Tangenten lae und bf an der Ellipſe im Grundriſſe mit us parallel, und führt ad und bc parallel mit nm, ſo ſind dieſe Linien die Grenzſchatten des Cylinders, und die Tangenten bf, ae die Schlagſchatten von dieſen Linien; ziehet man

nun die Strahlen de und cf parallel mit wu, so erhält man die Schatten von den Punkten d und c; nimmt man nun noch andere Punkte im Grundrisse in der Ellipse, z. B. in g an, und ziehet gh parallel mit su, und gi parallel mit nm, schneidet gh mit dem Strahl ih, parallel mit wu gezogen, so erhält man den Schatten von i. Wiederholt man dieses Verfahren mit mehreren Punkten in der Ellipse kngb, so bekommt man so viel Punkte als nöthig sind, den Schatten ehf zu bestimmen.

Ziehet man ferner b im Grundrisse senkrecht auf yb′ in dem Aufrisse in die Höhe, und b′c′ parallel mit a′d′, so ist b′c′ der Grenzschatten im Aufrisse.

25ste Aufgabe.

Ein halber hohler Cylinder ist gegeben, den innern Schatten zu finden.

Taf. 5. *Fig.* 5. Zieht man im Grundrisse abd den Strahl ab, alsdann bb′ senkrecht auf AB, schneidet mit dem Strahl a′b′ im Aufrisse die Linie bb′ in b′, so ist b′ der Punkt des Schattens von a′; zieht man ferner aus einem beliebigen Punkte e im Grundrisse einen Strahl ef, aus f die Senkrechte ff′; trägt dann den Punkt e in den Aufriß in e′ und zieht den Strahl e′f′, so ist f′ ein anderer Punkt

des Schattens; ziehet man nun noch die Tangente hi am Kreise im Grundrisse und den Punkt i in die Höhe in i′, so ist dieser Punkt der Anfang des Schattens; durch diese drei Punkte ziehe man die Kurbe i′f′b′, welche der Schatten vom obern Kreise a′e′i′ seyn wird, und bb′ wird der Schatten von der geraden a′A seyn.

26ste Aufgabe.

Es ist ein Theil eines hohlen Cylinders abcdef im Grundrisse und a′g′d′c′ im Aufrisse gegeben, welcher schräg auf der horizontalen Ebene stehet, den Schatten im Innern zu finden.

Taf. 6. *Fig.* 2. uw, uv sind die Projektionen der Lichtstrahlen. Man ziehe wv senkrecht auf yu, vy parallel mit c′d′, ws parallel mit bc; aus y eine Senkrechte ys auf yu und schneide ws in s, verbinde us.

Nun ziehe man die Tangente oc parallel mit sw an der obern Ellipse gkcd, und der tangentirende Punkt c ist der Anfang des Schattens. Zieht man ferner af parallel mit su, fh parallel mit ag, und gh parallel mit wu; so ist afh der Schatten von ag, und der Punkt h der Schatten vom Punkte g; man nehme nun noch mehrere Punkte in der

Basis des Cylinders an, wie i, und ziehe il mit su, und lm und ik parallel mit ag, km aber parallel mit wu, und man hat drei Punkte c, m, h, welche den Schatten von gkc auf der inneren Fläche des Cylinders bestimmen. Ziehet man nun die Punkte f, l in die Höhe auf a' c', und aus l', f' die Linien l'm', f'h' parallel mit c'd', und schneidet diese mit aus den Punkten h, m senkrecht in die Höhe gezogenen Linien, so bekommt man die Punkte m', h'; ziehet man ferner aus dem tangentirenden Punkte c, im Grundrisse, senkrecht in die Höhe auf g'd' in den Aufriß g', so hat man die drei Punkte, welche den Schatten bestimmen, u. s. w.

27ste Aufgabe.

Ein halber hohler Cylinder ab in der horizontalen Ebene liegend (im Grundrisse) ist gegeben, den Schatten im Innern zu finden.

Fig. 3. Legt man den Halbkreis nb in die horizontale Ebene, wie a'c'b', und zieht den Strahl a'c', im Grundriß den Strahl ac, aus c', cc' senkrecht auf nb; so ist cc' der Schatten von an; zieht man ferner die Tangente mf' am Halbkreise b'c'a', und trägt den tangentirenden Punkt f' senkrecht auf af, so ist f der Anfang des Schattens; nimmt man

zwischen f und a noch einen andern Punkt wie d an, ziehet dann aus diesem Punkte eine Senkrechte in die Höhe und schneidet den Halbkreis b′c′a′ in d′, ziehet die Strahlen d′e′ und de, aber ee′ senkrecht auf nb, so ist e ein dritter Punkt und die Kurbe fec kann gezogen werden.

28ste Aufgabe.

Fig. 4. Die *Fig.* 4. ist ebenfalls ein hohler Cylinder im Grundrisse, aber in einer andern Lage als der vorhergehende, man muß daher den Lichtstrahl in die Ebene des Kreises legen, wie wir schon oft gethan haben. uv, uw sind die Lichtstrahlen, man ziehe vw senkrecht auf xu bis w, setze auf uw eine Senkrechte ws gleich xv, ziehe su, dann aus u eine Parallele ut mit der Lage des Kreises ab, aus w eine senkrechte tr auf ut gleich xv, und ziehe ru.

Legt man nun den Halbkreis ab in die horizontale Ebene, wie b′c′a′, und ziehet die Strahlen a′c′, d′e′, mf parallel mit ru, die Strahlen ac, de, im Grundriß, parallel mit wu, und schneidet die Linien c′c, ee′, senkrecht auf ab gezogen in e und c; führet f′ ebenfalls senkrecht auf af, so hat man drei Punkte, welche den Schatten bestimmen.

29ste Aufgabe.

Diese Figur ist ein senkrechter hohler Cylinder mit einer horizontalen Platte df überdeckt, den Schatten von dieser Platte im Innern des Cylinders zu finden.

Fig. 5. Zieht man im Grundriß den Strahl ae, aus e die ec′ senkrecht in den Aufriß, und beschreibt aus c′ im Aufrisse, mit dem Radius c′d oder ac, den Halbkreis dgf, so ist dieser der Schatten von df, und eg der Schatten von a′d. Hier wird vorausgesetzt, daß die Projektion des Lichtes unter dem Winkel von 45° angenommen ist, alsdann wird die Ebene des Lichtes, welche durch die Linie df gehet, den Cylinder schräg schneiden und eine Ellipse bilden, die in der vertikalen Ansicht als ein Kreis erscheint. Dieses ist zu bemerken, denn in der Folge werden wir uns dessen mit Vortheil bedienen.

30ste Aufgabe.

Es sey der Durchschnitt eines Tonnengewölbes abch, und das Profil BEX, welches umgelegt ist, gegeben; den Schatten im Innern zu finden.

Taf. 7. *Fig.* 1. Zieht man die Tangente GE und aus E eine horizontale Linie bis ab in e, so ist dieser

Punkt der Anfang des Schattens; zieht man dann aus B im Profil den Lichtstrahl BY und aus Y, wo der Kreis geschnitten wird, eine Horizontale, und schneidet diese mit dem Lichtstrahl aus b gezogen in y, so ist dieser der Schatten des Punktes b; nimmt man noch in dem Bogen BY einen andern Punkt f', und verfährt wie bei den vorigen Punkten, so erhält man noch einen Punkt g; und egy wird also der Schatten in der Wölbung seyn. Ferner ziehe man FX und aus X nach x, schneide diese mit dem Strahl aus f gezogen in x, welches der letzte Punkt im Bogen ist, der den Schatten wirft; zieht man also xd parallel mit Ff, so ist xd der Schatten von einem Stück von Ff; da aber x, y auf der senkrechten Fläche liegt, so muß man noch einen Punkt i annehmen, und eben so suchen, wodurch man den Punkt l erhält, welche drei Punkte y, l, x die Contur des Schattens auf der senkrechten Wand bestimmen.

31ste Aufgabe.

Auf einem Cylinder, worauf eine gerade Platte liegt, den Schlagschatten von dieser Platte zu finden.

Fig. 2. Man ziehe im Grundrisse aus dem Mittelpunkte des Cylinders die Projektion des Lichtstrahls aC,

aus C eine Senkrechte C c′ auf AB; ferner aus a′ im Aufrisse den Strahl a′c′ bis er Cc′ in c′ schneidet. Aus diesem Punkte, als Centrum, ziehe man mit dem Radius des Cylinders Ce den Bogen e′gh, welcher der Schatten seyn wird. Denn die Ebene des Lichtes, welche durch die Linie a′b′ gehet, wird den Cylinder schräg schneiden, und eine Ellipse bilden, welche in der vertikalen Ansicht als ein Kreis gesehen wird. In der 5ten Figur, *Taf.* 6., haben wir den nämlichen Fall gehabt, mit dem Unterschiede, daß jenes ein hohler Cylinder war, weswegen auch der Bogen nach unten gezogen ist; hier aber sieht man den obern Halbkreis, oder den obern Theil der Ellipse, welche in dieser Ansicht als Halbkreis gesehen wird. Die Linie Aa im Grundrisse, wovon die vertikale Projektion a′ ist, wird ihren Schatten in die gerade a′e′ werfen, bis sie den Bogen e′gh in e′ schneidet. dh ist der Grenzschatten. Den Schatten auf der Wand zu finden, sehe man *Fig.* 1. *Taf.* 2.

32ste Aufgabe.

Ein Cylinder, worauf eine runde Platte liegt, ist gegeben, den Schlagschatten der Platte auf dem Cylinder zu finden.

Fig. 3. Man ziehe im Grundrisse aus beliebigen Punkten a in der Platte die Strahlen ab bis auf den

Cylinder in b, ziehe aus b senkrecht in die Höhe in den Aufriß; trage die Punkte a aus dem Grundriß in die Höhe auf den Aufriß in a′, aus diesen Punkten ziehe man den Strahl a′b′, und die Punkte b′ sind die Schatten von a′; verbindet man diese Punkte, so erhält man den Schlagschatten auf dem Cylinder. Den Schlagschatten auf der Wand haben wir schon mehrmals gefunden.

33ste Aufgabe.

Den eigenen Schatten auf der Oberfläche einer Kugel, und den Schlagschatten derselben auf der horizontalen Ebene im Grundrisse zu bestimmen.

Fig. 5. Nimmt man die Linie cd, die horizontale Projektion des Lichtes, als wäre sie der Durchschnitt von einer vertikalen Ebene, welche durch den Mittelpunkt der Kugel gehet; so ist der Durchschnitt ein großer Kreis, welchen man in den horizontalen Plan umlegt; um aber die Verwirrung der Linien zu vermeiden, so projektire man ihn auf die Linie ab, indem man diese Linie als den gemeinschaftlichen Durchschnitt beider Projektionsebenen betrachtet, auf welchen wir auch den Lichtstrahl entwerfen, nach der Neigung der Diagonale eines Cubus, wie wir schon öfters gethan haben; alsdann ziehe man die tangen-

tirenden Lichtstrahlen am Kreise, und aus dem Punkte e′, f′ lasse man die Senkrechten e′e, f′f auf den horizontalen Plan fallen, und diese neuen Punkte sind die horizontalen Projektionen der ersten. Der Schatten von e′ wird auf ab nach g′, und derjenige von f′ auf dieselbe Linie nach b geworfen; die Länge des Schlagschattens vom großen Kreis der Kugel e′h′f′ wird folglich g′b auf ab, oder seine Projektion gd seyn. Nimmt man jetzt den großen vertikalen Kreis als eine Kugel an (welches nichts ändert), so ist klar, daß die Linie e′f′ die Grenze des Schattens und Lichtes von dieser Kugel ist, also die vertikale Projektion eines großen Kreises, der gegen die horizontale Ebene geneigt ist. Der Punkt h′, das Aeußerste eines horizontalen Diameters, so wie sein entgegengesetzter Punkt, werden ihre horizontale Projektion in h, i haben, und die Linie hi wird nothwendig die horizontale Projektion des Diameters seyn, wovon h′ einer der äußersten Punkte ist; die Strahlen, welche durch h′ und seinen entgegengesetzten Punkt gehen, werfen den Schatten von diesen Punkten nach j, auf die Mitte von g′b, die horizontalen Projektionen von diesen Punkten werden j, k seyn; welches uns geben wird: 1) die zwei Axen ef, hi einer Ellipse, welche die horizontale Projektion des geneigten Kreises seyn wird; wovon e′f′h′ die ver-

tikale Projektion ist, oder besser, die horizontale Projektion der Grenze des Schattens auf der Oberfläche der Kugel. 2) die zwei Axen g d, j k einer andern Ellipse, welche der Durchschnitt eines Cylinders, der durch die tangentirenden Lichtstrahlen auf der Oberfläche der Kugel gebildet wird, ist, durch den horizontalen Plan, oder besser, die Grenzen des Schlagschattens von derselben Kugel, auf den horizontalen Plan.

Wir können nun diese Ellipsen mit dem kleinen papiernen Lineal beschreiben, und die Aufgabe ist gelöst. Dieses Mittel wenden wir nur an, um Zeit zu gewinnen, nachdem man die Verfahrungsart gehörig verstanden hat; folglich sollten wir die Contur dieser Ellipsen durch verschiedene, nach Belieben angenommene Punkte auf e′f′ construiren, auf der Linie, welche den beleuchteten Theil von demjenigen, welcher im Schatten ist, trennt. In diesem Beispiel behandeln wir nur einen Punkt, weil alle andere, welche wir nöthig haben, auf dieselbe Weise gefunden werden. Es sey der Punkt l′ nach Gutdünken auf e′f′ angenommen. Suchen wir die horizontale Projektion von diesem Punkte, welches geschieht, wenn man auf eine der Projektionen der Kugel einen gegebenen Punkt auf eine andere Projektion überträgt. Wir lassen nämlich eine unbestimmte Senkrechte von

l′ auf den horizontalen Plan fallen, auf welcher der gesuchte Punkt liegen muß, alsdann ziehen wir eine Parallele durch l′ mit ab, und betrachten diese Linie als die Zeichnung eines Planes, welcher den vertikalen Plan rechtwinklig schneidet; der Durchschnitt der Kugel von diesem Plan wird ein Zirkel seyn, dessen Diameter n′o′ ist, und folglich ist p′n′ oder o′p der Radius. Nehmen wir diesen Radius und tragen ihn in die horizontale Projektion von p nach l, welcher der gesuchte Punkt seyn wird. Um den Schlagschatten dieses Punktes auf der horizontalen Ebene zu finden, ziehen wir durch l eine Linie parallel mit der Richtung des Lichtstrahles, und durch l′ einen Strahl, welcher ab in m schneidet, setzen in diesem Punkte m eine Senkrechte mm′ auf ab und schneiden die Linie lm′ in m′, welches der gesuchte Punkt seyn wird, und so suche man auch die andern.

Wir erinnern, daß durch diese einzige Weise wir vier Punkte in der Ellipse erhalten können, welche sind: l, q, r, s und m′, t, u, v, weil ihre Entfernung von den Axen unter sich gleich ist. Wir finden den Schatten im Aufrisse AB auf dieselbe Weise, als wir den Punkt l gefunden haben. Es giebt verschiedene Punkte dieses Schattens, welche wir direkt finden können, wie i, h, welche zu dem Umkreis des großen horizontalen Kreises gehören, und wovon die

Projektionen auf dem Diameter x'y' sind, welcher die vertikale Projektion dieses Kreises ist; solche sind auch die Punkte 1 2, welche auf dem Umrisse des großen vertikalen Kreises mit dem Plane AB parallel sind, wovon die Projektionen 1' 2' seyn werden. Die Schatten des Grund- und Aufrisses sind sich gleich.

34ste Aufgabe.

Den eignen Schatten einer Kugel zu finden auf eine andere Weise als die vorhergehende.

Fig. 6. Wir setzen hier voraus, daß die Lichtstrahlen auf obige Weise angenommen sind, daß Muv von 45° ist. Man führe den Durchmesser ab, parallel mit uv, den Durchmesser cd senkrecht auf ab, und von dem Punkte b eine Tangente bm gleich bc, vereinigt man den Punkt m mit o, und ziehet ne senkrecht auf ab, und co, oe werden die beiden halben Axen der halben Ellipse ced seyn, welche die Contur des eigenen Schattens für den Aufriß bestimmt.

In dieser erwähnten Voraussetzung nimmt man für den Grundriß oe' gleich oe und beschreibt mit den halben Axen ao, oe' die halbe Ellipse ae'b.

35ste

35ste Aufgabe.

Es ist der Grund- und Aufriß einer Kugel gegeben, den Schlagschatten auf der horizontalen Ebene zu finden. (Auch auf eine andere Art als in der *Figur* 5. *Tafel* 7.)

Taf. 8. *Fig.* 1. LH, Lh sind die Richtungen des Lichtstrahls. In der LM nehme man den Theil Lf gleich der LH, ziehe aus dem Punkte f die Senkrechte fp gleich vh, und vereinige den Punkt p mit dem Punkte L. Man führe nun die Tangenten CT, BE parallel mit pL; aus dem Mittelpunkte G, des Grundrisses, die Linien FGS parallel mit LH, und mache die Theile GK, GS gleich den Theilen DE, DT. Halbirt man ferner die Linien KS in dem Punkte Q, zieht NP senkrecht auf KS, und nimmt die Theile QN, QP gleich dem Halbmesser FG: so werden die beiden Linien KS, NP die Axen der Ellipse KNSP, welche die gesuchte Contur des Schlagschattens vorstellt, seyn.

1. Anmerkung.

Wenn der Punkt E rechts des Punktes D fiele, so würde man auch GK auf der rechten Seite des Punktes D annehmen.

2. Anmerkung.

Sind die Lichtstrahlen in der gewöhnlichen Richtung angenommen, wie wir es hier gethan haben, (denn obiges Verfahren gilt für alle Richtungen der Lichtstrahlen), so führet man durch die Mittelpunkte A, G die Linien Ar, GS, welche Winkel von 45° mit ML bilden, dann die rQ senkrecht auf ML, und Q wird der Mittelpunkt der zu beschreibenden Ellipse seyn. Ziehet man ferner FX senkrecht auf FG und gleich FI, und vereinigt den Punkt X mit dem Punkte G, so wird GX die Länge der halben großen Axe QS oder QK angeben; die Länge der kleinen halben Axen QN oder QP bleibt dem Halbmesser FG gleich.

3. Anmerkung.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß man den Schlagschatten einer Kugel auf der horizontalen Ebene auch ohne den Aufriß finden kann, denn ziehet man den ursprünglichen Strahl (mit Lm parallel) aus y und schneidet FS in Q, so ist Q der Mittelpunkt der Ellipse, man ziehe also durch Q senkrecht auf FS die NP, und mache PQ, QN gleich FG, und QK, QS gleich GX, welches die halben Axen der Ellipse sind. Man kann auch, um noch kürzer zu

verfahren, Qy nehmen, welches auch die halbe Axe der Ellipse ist, und sie von Q nach K und S tragen.

36ste Aufgabe.

Den Schlagschatten in einer halben Hohlkugel, in einer horizontalen Ebene liegend, zu finden.

Fig. 2. LH und Lh sind die Projektionen der Lichtstrahlen. Man lasse aus einem beliebigen Punkte h eine Senkrechte auf LM herabfallen, und schneide LH in H, in H errichte man auf LH eine Senkrechte Hn gleich hv und vereinige n mit L.

Führen wir die Tangenten ab, cd, und durch den Mittelpunkt f die Linie eg parallel mit dem Lichtstrahl LH, und nehmen die Linie eg als einen senkrechten Durchschnitt der Halbkugel an, so wird dieser ein Halbkreis seyn, welchen wir auf der Linie ab umlegen, wie $e'k'g'$; ziehen wir aus e' eine Linie parallel mit Ln, und schneiden den Halbkreis in k', aus k' eine Senkrechte auf eg nach k, so ist k der Schatten von e. Nehmen wir einen andern senkrechten Durchschnitt ln parallel mit eg, ziehen nn' senkrecht auf ab in die Höhe und schneiden $e'g'$ in n', so ist $f'n'$ der Radius vom Halbkreis $l'o'n'$, ziehen wir aus l' die $l'o'$ parallel mit Ln, so ist o'

der Schatten von l' in der vertikalen Projektion; ziehen wir ferner aus o' eine Senkrechte auf ab und schneiden ln in o, so ist dieses ein anderer Punkt des Schattens; macht man denselben vertikalen Durchschnitt auf der andern Seite der eg, so erhält man den andern Punkt o, verbindet man diese Punkte durch eine Linie, so wird diese die Contur des Schattens seyn.

37ste Aufgabe.

Es ist der Grundriß ABC und der Aufriß fxy des vertikalen Durchschnitts einer Hohlkugel gegeben, es sey die Contur des in das Innere desselben fallenden Schlagschattens zu bestimmen.

Fig. 3. LH, Lh sind die Richtungen des Lichtstrahls. Man ziehe die Hh senkrecht auf ML, die hn senkrecht auf hL gleich Hv, und vereinige die Punkte nL.

Man führe durch was immer für einen Punkt x die xy parallel mit Lh, und beschreibe den Halbkreis xyz. Von dem Punkte x ziehe man xz parallel mit nL und zt senkrecht auf xy, und der Punkt t wird ein Punkt des Aufrisses der gesuchten Contur des Schattens seyn. Ziehet man ferner xX, tT senkrecht

auf ML und XT parallel mit LH bis dieselbe die tT schneidet, wird man in dem Punkte T im Grundrisse einen mit dem Punkte t übereinstimmenden Punkt erhalten.

Sind die Lichtstrahlen, wie hier, unter der Projektion von 45° angenommen, so wird man den Punkt t sogleich finden, indem man yt gleich dem dritten Theil von xy nimmt.

Da keg hier eine halbe Ellipse ist, so kann man dieselbe auch durch Aufsuchung der beiden Axen zeichnen.

38ste Aufgabe.

Es ist der Kugelabschnitt ABC im Grundrisse, und der Kreis fxy als Aufriß gegeben, den in das Innere desselben fallenden Schlagschatten zu finden.

Fig. 4. LH, Lh sind die Richtungen des Lichtstrahls. Man ziehe Hh senkrecht auf ML, hn senkrecht auf Lh gleich Hv, und vereinige den Punkt n mit dem Punkte L.

Man führe ferner durch was immer für einen Punkt x, xy parallel mit Lh, den Durchmesser ac senkrecht auf xy, nehme ed gleich ED (welche letztere die von dem Mittelpunkte D des Bogens ABC auf die Sehne gezogene Senkrechte ist), und beschreibe mit dem Mittelpunkte den Bogen xzy. Ziehet man

endlich xz parallel mit nL und tz senkrecht auf xy, so wird der Punkt t der Aufriß eines gesuchten Schattenpunktes seyn.

Um den Grundriß des Punktes t zu finden, wird man so wie in der vorigen Figur für den Punkt t verfahren.

Wäre der Bogen ABC größer als der Halbkreis, so wird man in diesem Falle die ed unterhalb xy nehmen, doch im Uebrigen so wie vorher verfahren.

39ste Aufgabe.

Es ist der Aufriß ACBD des achten Theiles einer Hohlkugel gegeben, es sey die Contur des in das Innere derselben fallenden Schlagschattens zu bestimmen, in der Voraussetzung, daß die Lichtstrahlen unter der Projektion von 45° angenommen sind.

Fig. 5. Man halbire in dem Punkte D den Bogen ADB und vereinige den Punkt B mit dem Punkte A, dann ziehe man Dd parallel mit BC, und nehme Ba gleich dem dritten Theile von AB, und die drei Punkte D, a, d werden die äußersten Punkte der Contur des gesuchten Schattens seyn.

Nimmt man noch in den Bogen was immer für

einen Punkt X, ziehet die XY, Xx wechselsweise parallel mit AB, BC, schneidet die ZY gleich dem dritten Theile von XY, ziehet endlich die Zz, xz wechselsweise parallel mit AB, BC, so erhält man die zwei Punkte Z, z des gesuchten Schattens.

40ste Aufgabe.

Es ist der Grundriß und der Aufriß einer hohlen Kugel mit einem horizontalen Durchschnitt 4′ 4′ oder Oeffnung gegeben, die Contur des Schattens von dem Umfange der Oeffnung in dem Innern der Kugel zu finden.

Fig. 6. Man ziehe im Grundrisse beliebige Kreise, zwischen der Oeffnung abcd und dem äußern Kreise, wie 2eh, 3fg, welche horizontale Kreise in der Kugel sind; man suche diese Kreise in dem Aufrisse, welche in demselben durch die geraden Linien 1′1′, 2′2′, 3′3′ u. s. w. vorgestellt sind. Alsdann mache man senkrechte Durchschnitte im Grundrisse, parallel mit dem Lichtstrahl wie AB, und trage die Durchschnittspunkte mit den Kreisen a, c, g, h, B in den Aufriß senkrecht in die Höhe und schneide die correspondirenden horizontalen Kreise im Aufrisse in g′, h′, B, h′, g′, c′, a′, welche Punkte man unter einander verbindet, wodurch man die Kurbe, oder

den vertikalen Durchschnitt im Aufrisse erhält, welchen man mit dem Punkte a', welcher im Durchschnitte und der Oeffnung liegt und den Schatten wirft, durch den Lichtstrahl a'x schneidet, welcher der Schatten dieses Punktes ist; dieser nämliche Durchschnitt kann noch einmal mit dem Punkte c, welcher ebenfalls in der Oeffnung und in demselben Durchschnitt liegt, in y geschnitten werden, welches der Schatten von c' ist. Sucht man mehrere solcher vertikalen Durchschnitte, wie di und 4k auf dieselbe Weise, so wird der Schatten durch die Ellipse xzyt bestimmt seyn.

41ste Aufgabe.

In derselben Figur denselben Schatten auf eine andere Weise zu finden, vorausgesetzt, daß die Projektion des Lichtes unter dem gewöhnlichen Winkel von 45° angenommen ist.

Fig. 7. Es sey AKB der Aufriß der Hohlkugel und AB der eines horizontalen Schnittes oder horizontalen Oeffnung.

Man vereinige den Halbirungspunkt E der Linie AB mit dem Mittelpunkte D und nehme DF gleich dem dritten Theile von ED, ziehe FG senkrecht auf DE und gleich FE. Dann vereinige man den

Punkt D mit dem Punkte G, ziehe nGm senkrecht auf DG und nehme Gm, Gn gleich AE und Gr, Gs aber gleich $\frac{2}{3}$ der Linie AE, und man wird in den Linien mn, rs die zwei Axen der Ellipse rnsm, die Contur des gesuchten Schattens vorstellend, erhalten.

42ste Aufgabe.

Es ist der vertikale Durchschnitt eines Kuppelgewölbes mit einer cylindrischen Laterne a′c′Ad″c″a″ im Aufrisse und abcdA im Grundrisse gegeben, den Schatten im Innern zu finden.

Fig. 8. Im Grundrisse ABC ziehe man zwischen der Oeffnung und dem äußersten Kreise beliebige Kreise 2, 3, und mache vertikale Durchschnitte parallel mit dem Lichtstrahl, wie AB, trage sie in den Aufriß auf die correspondirenden Kreise, und schneide diese Durchschnitte mit ihren correspondirenden Punkten a′, b′, c′, d′, A′, so erhält man die halbe Ellipse xyuz, auf dieselbe Weise wie wir sie in der 6ten Figur gefunden haben. Ferner suchen wir den Halbkreis a″b″c″d″ in der Laterne, welcher senkrecht über dem ersten a′b′c′d′ liegt, auf dieselbe Art wie wir den vorigen a′b′d′ gefunden haben. Denn da die Punkte a″b″c″ u. s. w. senk-

recht über den Punkten a'b'c' liegen, so kann man dieselben correspondirenden Durchschnitte noch einmal mit den Punkten a'', b'' u. s. w. schneiden, und man erhält das Stück der Ellipse tuv, welche sich in u mit der ersten schneidet, folglich uv in den Schatten der erstern fällt; und die Punkte z, t, werden durch eine Linie verbunden, welche der Durchschnitt tz ist, weil a'a'' eine Gerade ist und den Schatten wirft. Der Schatten sx, zr, wird wie in der 3ten oder 5ten Figur gesucht, denn wx ist der dritte Theil von dem Strahle wA'. Der Schatten in der Laterne, von a''b'' geworfen, wird wie in dem hohlen Cylinder *Taf.* 5. *Fig.* 5. gesucht.

43ste Aufgabe.

Die vorige Aufgabe auf eine andere Weise aufgelöst.

Taf. 9. *Fig.* 1. Der vertikale Durchschnitt des Kuppelgewölbes MabcdB, mit der cylindrischen Laterne abcd im Aufrisse, ist gegeben. LH, Lh sind die Richtungen des Lichtstrahles. Man führe Hh senkrecht auf ML und ziehe HN, hn senkrecht auf LH, Lh, so daß HN gleich hv, und hn gleich Hv sey, und vereinige den Punkt L mit den Punkten N, n.

Man nehme bc als Durchmesser, und beschreibe

den Halbkreis bYc, so stellt dieser den Grundriß der cylindrischen Laterne vor; ferner führe man die Tangente er parallel mit LH und ziehe durch den Punkt o und durch den Berührungspunkt die Linie oek. Nimmt man nun ek gleich der Hälfte von ab, zieht kr parallel mit LN, und rs parallel mit ke, dann die beiden em, sq senkrecht auf bc, endlich die qt und die Tangente gp parallel mit Lh, so wird man die Linie gd, dt, qb, ba und einen Theil der aM erhalten, die den Schlagschatten in das Innere des Kuppelgewölbes, und mq, die den Schlagschatten mt in das Innere des Cylinders wirft, (welche Letztere nach der Aufgabe in der 5ten Figur, Tafel 5., bestimmt wird.) Man nehme nun in der dt was immer für einen Punkt X, ziehe TXV parallel mit Lh, XY senkrecht auf ad, und beschreibe unter der TV den Halbkreis TzV. Führet man ferner Xy senkrecht auf TV und gleich ZY, ziehet yz parallel mit Ln, und zx senkrecht auf TV, so wird man in dem Punkte x den Aufriß des mit dem Punkte X übereinstimmenden Punkt des Schlagschattens erhalten.

Auf dieselbe Art erhält man den Schlagschatten von was immer für einen Punkt der übrigen genannten Linien mit der Bemerkung, daß für die Linien dg, ab, aM man die yz parallel mit der Ln unmittelbar durch den betrachteten Punkt führet.

Wäre der Punkt X in der td angenommen wie in der dargestellten Figur, wo der Punkt y in den Halbkreis TzV fällt, so ist es nicht nothwendig, die Linie XZY zu ziehen, die bloß aus der Ursache geführt wurde, damit die für den Punkt X gezeigte Construktion auch für jeden Punkt der bq angewendet werden könne.

44ste Aufgabe.

In dem Durchschnitt eines Spitzgewölbes den Schlagschatten im Innern zu finden.

Fig. 2. Man beschreibe im Grundrisse parallele Kreise mit dem äußern, wie 2d2, 3c3, 4b4, und suche im Aufrisse ihre Projektionen, welche die geraden Linien 1′, 1′. 2′, 2′. 3′, 3′. 4′, 4′ u. s. w. seyn werden; man mache wieder vertikale Durchschnitte parallel mit dem Lichtstrahl im Grundrisse, wie 5, abcde, (wie wir öfters gethan haben), suche davon die Durchschnitte im Aufrisse, wie 5′a′b′c′d′e′, und schneide mit dem vertikalen Strahl 5′x diesen Durchschnitt in x, welches der Schatten von 5′ seyn wird. Auf dieselbe Weise suche man mehrere Punkte und vereinige dieselben durch die krumme Linie, welches der Schatten seyn wird. Ziehet man die Tangente gh, so ist der Berührungspunkt i der Anfang

des Schattens; macht man ferner den Durchschnitt aus der Spitze o im Grundrisse, nämlich op, welcher o'p' im Aufrisse ist, und schneidet denselben mit dem vertikalen Strahl aus o' gezogen in l, so erhält man einen andern Punkt l, welcher, mit i verbunden, den Schatten il angeben und von der Linie o'i' geworfen wird. Trägt man die Durchschnittspunkte mit der krummen Linie (welche die Contur des Schattens ist) im Aufrisse, und mit den geraden Linien (oder horizontalen Kreisen) 4', 4'. 3', 3' u. s. w. senkrecht herab, und schneidet die correspondirenden Kreise im Grundrisse, so erhält man den Schlagschatten in dem Grundrisse. Das höchste Licht wird in dem Durchschnitt o'p' liegen.

45ste Aufgabe.

In der Figur 3. ist der Abschnitt eines elliptischen Gewölbes gegeben, den innern Schatten zu zeichnen.

Fig. 3. Der Abschnitt ist AB, und C der Mittelpunkt des Gewölbes im Grundrisse. Man beschreibe aus dem Centro C die beliebigen Kreisabschnitte 1.e, 2.d, 3.c u. s. w., suche die Kreise im Aufrisse, mache wieder senkrechte Durchschnitte, und verfahre im Uebrigen wie in der vorigen Aufgabe, und man wird den Schlagschatten erhalten.

46ste Aufgabe.

Das Aeußere einer Cubol im Grund- und Aufrisse ist gegeben, den eigenen Schatten zu finden.

Fig. 4. Man ziehe im Grundrisse aus dem Centro b wieder Kreise, welche wie in den vorigen Figuren in den Aufriß projektirt, und die vertikalen Durchschnitte gesucht werden. Alsdann ziehe man an den vertikalen Durchschnitten Tangenten mit dem Lichtstrahl parallel, und durch die Berührungspunkte ziehe man die Kurbe, welche den Schatten angiebt. Das höchste Licht wird ab, a'b' seyn.

47ste Aufgabe.

Eine Nische mit Kugelwölbung ist gegeben, den Schlagschatten im Innern derselben zu finden.

Fig. 5. Zieht man den Lichtstrahl ab im Grundrisse, bb' senkrecht in die Höhe in den Aufriß, so ist diese Linie der Schatten von der Kante aa'; schneidet man diese Linie mit dem Strahl a'b' ab, so ist b' der letzte Punkt von der geraden, und die Kreislinie wird hier anfangen, den Schatten in den Cylinder zu werfen. Zieht man ferner andere Strahlen im Grundrisse wie cd, ef, zieht aus d, f senk-

rechte Linien in die Höhe, trägt die Punkte c und e senkrecht in die Höhe auf den Kreis in c′, e′, und zieht aus diesen Punkten die Strahlen c′d′, e′f′, so erhält man die krumme Linie b′d′f′, welche der Schatten im Cylinder ist. Um den Schatten in der Viertelskugel zu finden, ziehe man beliebige Strahlen wie xz, nehme yz gleich einem Drittel von xz, und y ist der Schatten von x; sucht man auf dieselbe Art mehrere Punkte, so erhält man den ganzen Schatten.

48ste Aufgabe.

Fig. 6. Diese Figur ist die Hälfte der vorigen Nische, welche wie *Fig.* 5. *Taf.* 8. gezeichnet ist.

49ste Aufgabe.

Eine Nische mit Kugelwölbung, welche schräg gegen den Durchschnitt beider Projektions-Pläne gestellt ist.

Fig. 7. Es wird keine Schwierigkeit haben, in derselben den Schlagschatten im Cylinder zu finden, weil sie die nämliche Construktion hat, wie in der 5ten Figur, ausgenommen in der Kugelwölbung, wo ebenfalls die Durchschnitte acde gesucht und mit dem Strahl a′e′ abgeschnitten werden müssen.

50ste Aufgabe.

Eine Nische mit Tonnenwölbung im Grund- und Aufrisse ist gegeben, den Schlagschatten im Innern zu finden.

Fig. 8. Im Grundrisse ziehe man aus A den Lichtstrahl Aa, errichte in a eine Senkrechte aa'; ziehe aus dem Mittelpunkte C im Grundrisse den Strahl Cb, und errichte in b eine Senkrechte bb', ziehe aus dem Mittelpunkt c' im Aufrisse den Strahl c' b', und b' ist der Schatten vom Mittelpunkt c'; ziehen wir ferner durch b' eine Horizontale, und nehmen b'a' zum Radius und beschreiben damit aus b', als Mittelpunkt den Halbkreis a'd, so ist dieses der Schatten.

51ste Aufgabe.

Der Grund- und Aufriß des unteren Theiles einer Cannelirung, wovon der obere Theil dab ein halber Cylinder, der untere aby der vierte Theil einer Hohlkugel ist.

Fig. 9. Man wird bei der Betrachtung der Figur gleich sehen, daß die Linie ad im Aufrisse den Schatten werfen muß. Ziehen wir also im Grundrisse die AB parallel mit dem Lichtstrahl, und aus dem

dem Mittelpunkte C beschreiben wir einen Kreis 3x, tangentirend an AB, dann noch andere mit dem Radius C2, C1, welche in der Hohlkugel liegen; setzt man senkrechte Linien auf 1, 2, 3 und schneidet den Halbkreis im Aufrisse in 1′, 2′, 3′, a, ziehet horizontale Linien aus diesen Punkten, so sind diese die Kreise im Aufrisse; im Grundrisse werden die Kreise durch die Linie AB geschnitten, welche Schnitte man auf die correspondirenden Kreise im Aufrisse durch senkrechte Linien wie xy aufträgt, und die Contur des Schattens ayc bestimmt. Der Schatten im Cylinder wird wie in *Fig.* 5. *Taf.* 5. gesucht.

52ste Aufgabe.

Es ist der Grundriß DCBAE und der Aufriß cman eines Pfuhls gegeben, es sey der eigne Schatten des Grund- und Aufrisses zu finden.

Taf. 10. *Fig.* 1. LH, Lh sind die Richtungen des Lichtstrahls, und ac die Linie, welche die Mittelpunkte der beiden Seiten-Halbkreise verbindet.

Aus dem Mittelpunkte O, mit dem Halbmesser ON, gleich AE, beschreibe man den Kreis SRN, und betrachte denselben als den Grundriß einer Kugel. Nach den gegebenen Lichtstrahlen findet man die Ellipse NQZV, die, nach der Construktion der

Figur 6. Tafel 7., den eignen Schatten der angenommenen Kugel vorstellt. Führet man nun willkührlich durch O eine Linie OX, und nimmt den Theil IX gleich QR, so erhält man den Punkt X, ein Punkt des Grundrisses der Schatten-Contur; zieht man ferner Xx senkrecht auf AC und QS senkrecht auf OQ, nimmt die Linie zx gleich QS, so erhält man den mit dem Schattenpunkte X im Grundrisse übereinstimmenden Punkt des Aufrisses.

Verfährt man auf dieselbe Weise, so kann man so viele Punkte der gesuchten Contur des Schattens, als man will, bestimmen, wie z. B. die Linie OY den Punkt Y im Grundrisse und den Punkt y im Aufrisse giebt.

Sucht man nun auch die Schatten jenseit der Linie AC auf dem Pfuhle, welche leicht zu finden sind, denn man braucht nur auf denselben Linien, wie z. B. auf AC, welche durch den Mittelpunkt gehet, AF zu nehmen und von C nach G zu tragen; so auch x'2, gleich X1 zu machen; die Punkte im Aufrisse sind dieselben, nur daß ihre Entfernung von ac in die Höhe getragen wird, anstatt daß die erstern von ac senkrecht unterwärts gesetzt wurden.

Soll der Schlagschatten des Pfuhls im Grundrisse gefunden werden, so verlängere man die Linien z. B. XOX' nach r, welche Linie in der Richtung

des Lichtstrahls liegt, ziehet man den Strahl x''w im Aufrisse auf mw, und lasse eine Senkrechte aus w herab, schneide X'r in r; so ist dieses ein Punkt des Schlagschattens. Ziehet man mehrere solcher Linien wie z. B. Gl, parallel mit dem horizontalen Strahl, und aus g im Aufrisse gh' parallel mit dem vertikalen Strahl, alsdann aus h' eine Senkrechte, bis sie Gl in l schneidet, so ist l ein anderer Punkt u. s. w., durch welche Punkte dann die Contur des Schlagschattens bestimmt wird.

Anmerkung.

Man hat diese Schatten auf vielfache Art construirt, nämlich durch senkrechte Durchschnitte im Grundrisse, parallel mit dem Lichtstrahl; durch Umlegung der Kreise, indem man den Pfuhl aus dem Mittelpunkt durchschneidet, und die Strahlen in ihre Ebene projektirt, um durch die Tangenten die Berührungspunkte zu finden, und so mehrere andere. Allein wir finden keine Methode so kurz und sinnreich als diese, welche von dem Herrn Professor Bordoni angegeben ist. Auf diese Regel ist auch folgende Aufgabe gegründet, deren Construktion sehr einfach wird.

53ste Aufgabe.

Es ist der Aufriß eines Pfuhls ABC NDM was immer für eines Bogengesimses gegeben; es sey der eigene Schatten zu finden.

Fig. 2. Nimmt man den Mittelpunkt in was immer für einen Punkt o an, beschreibt mit $\frac{AM}{2}$ einen Kreis dsc, und betrachte diesen als den Aufriß einer Kugel, so wird der eigene Schatten derselben, nach der *Fig.* 6. *Taf.* 7. bestimmt. Bestimmt man ferner den Punkt C, wo die Tangente CE, parallel mit der Richtung des Lichtstrahls Lh gezogen, die gegebene Krumme berührt, und nimmt in der Linie CXA was immer für einen Punkt X, zieht durch diesen Punkt XF tangentirend zu der Krummen und XS senkrecht auf XF, von dem Mittelpunkte o aber os parallel mit XS und macht ZS gleich zs, so wird Z ein gesuchter Punkt des eigenen Schattens seyn. Nimmt man auf dieselbe Weise in der CB was immer für einen Punkt Y, zieht durch denselben YG tangentirend zu der Krummen, und YR senkrecht auf YG; dann durch den Mittelpunkt o die oy parallel mit RY und die TY gleich ty, so wird T ebenfalls ein gesuchter Punkt des Grenzschattens des übrigbleibenden Theiles seyn.

Wäre die Figur ACBNDM der Aufriß eines Wulstes (von einem Viertelkreis), so wird der Kreis dsc mit dem Halbmesser AM beschrieben; mittelst der gezeichneten Construktion aber blos die Contur des eigenen Schattens, die zu dem Theile MDCXA gehört, bestimmt.

54ste Aufgabe.

Wenn eine Hohlkehle an einem Säulenfuß gegeben, den Schlagschatten in der Kehle von der Linie des Riemchens, welches sie deckt, zu finden.

Fig. 3. Im Grundrisse ist die Hohlkehle durch die Kreise 1.a, 2.b und 4.d bestimmt, welche Kreise im Aufrisse in den Linien 1′.a′, 2″b″, 4′.d′ vorgestellt sind; nimmt man noch mehr Kreise an, wie 3.c, und trägt sie ebenfalls senkrecht in die Höhe, schneidet die Contur der Kehle in 3′, 3″, so hat man im Aufrisse sechs horizontale Kreisschnitte der Kehle. Ziehet man nun im Grundrisse vertikale Durchschnitte parallel mit dem Lichtstrahl, wie abcd, und trägt die Durchschnittspunkte mit den Kreisen senkrecht in die Höhe, auf die correspondirenden Kreise im Aufrisse, wie a auf a′ in der Linie 1.a′, b auf b′ in der Linie 2′.b′, und auch auf b″ in 2″.b″ u. s. w., so erhält man den Durchschnitt b″c″d′c′

b'a' im Aufriſſe, welchen man mit dem vertikalen Lichtſtrahl aus b'' gezogen in x ſchneidet, welcher Punkt der Schatten von b'' iſt. Sucht man mehrere ſolcher Punkte auf dieſelbe Art (wie auf der Zeichnung zu ſehen iſt), ſo erhält man die Contur des Schlagſchattens in der Kehle.

55ſte Aufgabe.

Es iſt der Aufriß einer Kugel gegeben; man ſoll ſowohl den lichteſten Punkt beſtimmen, als auch eine willkührliche Anzahl Ellipſen verzeichnen, deren Umfänge gleich beleuchtet ſind.

Taf. II. *Fig.* 1. Aus den gegebenen Richtungen des Lichtſtrahls (von 45°) beſtimmt man nach Figur 6. Tafel 7. die Contur CED des eignen Schattens, nimmt dann OF gleich EG, und F wird der geſuchte Punkt des höchſten Lichtes ſeyn.

Man führe ferner aus dem Mittelpunkte O die NO ſenkrecht auf OG, und indem man in dem Bogen NG was immer für einen Punkt X annimmt, ziehe man XZ ſenkrecht auf NO, und durch die Punkte X, Z die Xx, Zz ſenkrecht auf AB.

Nimmt man nun zx' gleich zx, und die beiden zu, zu' gleich XZ, und beſchreibt mit den beiden

Axen xx', uu' eine Ellipse, so wird ihr Umfang eine der gesuchten Linien seyn.

Mittelst derselben Regel, blos die Lage des Punktes X verändert, sind alle Ellipsen beschrieben, wie man deutlich in der Figur siehet.

56ste Aufgabe.

Es ist in dem Aufrisse eines Pfuhls der Lichtpunkt, und so viele gleich beleuchtete Linien als man will, zu bestimmen.

Fig. 2. Man nimmt in der Verlängerung der Linie NL was immer für einen Punkt o, und beschreibt aus dem Mittelpunkte o mit dem Halbmesser od gleich OA den Kreis dyx; und indem man diesen Kreis als den Aufriß einer Kugel betrachtet, verzeichne man nach der vorhergehenden Aufgabe den Lichtpunkt f, und eine willkührliche Anzahl gleich beleuchteter Linien. Aus dem Punkte f ziehe man YX der NL parallel, und theile die Linien XY in den Punkten P, Q, F, R, S auf dieselbe Art, als yx in den Punkten p, q, f, r, s *).

*) Um die Linie XY auf dieselbe Art wie xy in den Punkten p, q, f, r, s zu theilen, ziehe man einen beliebigen Winkel YXy, wie in der Figur 3., und nehme XY gleich

Der Punkt F, übereinstimmend mit dem Punkte f, wird der lichteste Punkt, und die Punkte P, Q, R, S werden, übereinstimmend mit den Punkten p, q, r, s in der Kugel, zu den gesuchten gleich beleuchteten Linien gehören.

Führet man nun ferner andere Linien, wie die ZT parallel mit NL, und theilt ZT wie zt, so erhält man wieder eben so viele Punkte der gesuchten Linie, welche Punkte dann leicht vereinigt werden können.

57ste Aufgabe.

Es ist der Grundriß eines Pfuhles in einem Kreise gegeben; es sey der Lichtpunkt und einige gleich beleuchtete Linien zu finden.

Fig. 4. Beschreibt man aus dem Mittelpunkte o und mit $\frac{MD}{2}$ einen Kreis, und betrachtet denselben als den Grundriß einer Kugel, so kann man nach der

---

der XY in Figur 2., und Xy gleich der Linie xy in Figur 2. und vereinige Yy. Dann trage man die Entfernung der Punkte von x nach p, q, f, r, s in der Kugel Figur 2. auf die Linie Xy Figur 3., wie X, p, q, f, r, s, ziehe aus diesen Punkten Parallelen mit Yy und schneide XY, so bekommt man die Theilung in X, P, Q, F, R, S, welche man auf die Linie XY in Figur 2. aufträgt.

oft erwähnten Aufgabe leicht den Lichtpunkt und die gleich beleuchteten Linien bestimmen.

Man ziehe ferner die Linie ofA, und mache die Theile AP, AF, AQ gleich den Theilen ap, af, aq; so wird der Punkt F der mit dem Punkte f übereinstimmende Lichtpunkt seyn, und die zwei Punkte PQ werden zu einer der gesuchten gleich beleuchteten Linien gehören; führet man auf dieselbe Art von demselben Punkte o was immer für eine Linie oxX, und macht die Theile XR, XS gleich den Theilen xr, xs, so erhält man noch zwei Punkte derselben Linie. Es bleibt nun leicht einzusehen, daß man nach dieser Methode so viele Punkte der gesuchten Linien, als man nothwendig glaubt, bestimmen kann.

58ste Aufgabe.

Diese Art, den Grenzschatten, den hellsten Punkt und die gleich beleuchteten Linien zu finden, kann auch im Aufrisse eines Bogengesimses aufgenommen werden, wenn die Kugel als Aufriß betrachtet wird.

Fig. 5. Bestehet das Bogengesims, wie in Figur 5., aus verschiedenen Kreisbogen, so muß man die vorgestellte Kugel aus den Mittelpunkten beschreiben, woraus die Bogen beschrieben sind. Wie z. B.

hier der Bogen AD, aus dem Mittelpunkt a, und der Bogen BD aus b beschrieben ist, im Uebrigen aber kann man so wie in der vorigen Aufgabe verfahren.

59ste Aufgabe.

Wenn der Grund- und Aufriß eines Kegels gegeben, den eignen Schatten sowohl, als auch den Schlagschatten zu bestimmen.

Taf. 12. *Fig.* 1. Stelle man sich die Aufgabe als aufgelöst vor, *Fig.* 2. Nimmt man zwei Ebenen CDB und CBE an, indem sie durch das Licht gehen, durch die Grenzen des Schlagschattens und durch diejenigen des Schattens des Kegels: die Ebenen werden tangentirend auf der Oberfläche des Kegels seyn, und folglich auch an dem Kreise seiner Basis, nach der Geraden DC, EC, und die Linie von ihrem Durchschnitt, oder die Kante beider Ebenen CB, wird in der Richtung des leuchtenden Strahls, durch den Gipfel C gehend, seyn, und den Schatten von diesem Punkte auf den horizontalen Plan in B werfen; die horizontalen Projektionen von diesen Ebenen werden ohne Zweifel die Triangel cDB, cBE seyn. Aus diesem folgt: um diese Aufgabe zu lösen, ist es hinreichend, den Schatten

des Gipfels, oder den Punkt B zu finden, welches nicht schwer ist, und welchen man gerades Weges durch den Strahl CB, *Fig.* 1., finden kann.

Man ziehe also im Grundrisse den Lichtstrahl ACB, und aus c im Aufrisse den Lichtstrahl cb, aus b lasse man eine Senkrechte auf ab herab, bis sie CB in B schneidet; alsdann ziehe man die Linien BD, EB, so daß sie an der Basis des Kegels tangentiren, verbinde diese tangentirenden Punkte D, E mit C; so ist DC, EC der eigne, und EBD der Schlagschatten im Grundrisse. (Um die tangentirenden Punkte genau zu finden, theile man CB in zwei gleiche Theile in x, beschreibe dann aus diesem Punkte als Centrum mit xC einen Kreis DCE, und dieser wird die Basis in E, D schneiden, welche die Punkte seyn werden.)

Ferner ziehe man aus D eine Senkrechte auf ab, und ziehe dc, welches der Grenzschatten des Kegels im Aufrisse ist. Der Lichtstrahl AC ist senkrecht auf den Kreis AED, folglich giebt diese Linie das höchste Licht an; den Punkt A ziehe man also in die Höhe senkrecht auf ab, und a und c zusammen, wo dann diese Linie das höchste Licht im Aufrisse ist. Nach diesen Regeln ist die *Figur* 6. *Tafel* 10. gezeichnet.

Legt man den Durchschnitt des Kegels auf der

Linie AB in den Grund, nämlich c'C die Höhe des Kegels senkrecht auf AB, und ziehet den Lichtstrahl c'B unter der wahren Richtung des Strahls, so erhält man ebenfalls den Punkt B.

60ste Aufgabe.

Einen Kegel auf der Spitze stehend, den eignen Schatten, und den Schlagschatten desselben auf der horizontalen Ebene zu finden.

Fig. 3. In der vorhergehenden Aufgabe war der Kegel mit seiner Basis auf die horizontale Ebene aufgestellt, in dieser auf den Gipfel. Diese Aufgabe erfordert etwas Aufmerksamkeit, nicht wegen ihrer Schwierigkeit, denn sie ist eben so leicht als die vorige, sondern um sie besser zu verstehen. Wir suchen gleich den Punkt d, den Schatten vom Mittelpunkte C, von der Basis des Kegels, welches sich leicht machen läßt, es sey durch den Strahl, oder durch den Aufriß, so wie wir es in der Figur sehen. Von diesem Punkte d, als Mittelpunkt, und mit einem Radius gleich dem der Basis des Kegels, beschreiben wir einen Kreis, und vom Gipfel C führen wir die Tangenten Ce, Cf, und der Schlagschatten, welchen der Kegel auf die horizontale Ebene wirft, wird bestimmt seyn. Nun müssen wir

die Grenzen des Schattens am Kegel finden, oder die Tangenten, welche die Trennung des beleuchteten Theiles von dem im Schatten liegenden Theile bestimmt, welches wir auf mehrere Arten machen können: 1) indem wir durch den tangentirenden Punkt e eine Parallele mit Cd ziehen, welche den Umkreis der Basis in g schneidet; aus diesem Punkte führen wir den Radius gC, und wir werden die horizontale Projektion von der gesuchten Tangente haben; 2) aus dem Mittelpunkte C errichten wir eine Senkrechte auf ce, und der Radius cg wird die gesuchte Linie seyn; 3) nehmen wir auf der Verlängerung von dC einen Punkt h an, so weit vom Mittelpunkt entfernt, als die Entfernung von cd beträgt; von h führen wir die Tangenten an der Basis des Kegels hg, hi, welche uns die nämlichen Punkte geben werden.

Wenn wir *Fig.* 4. zwei Ebenen annehmen eH, fH, indem sie durch die geradlinigen Grenzen des Schlagschattens gehen, so werden sie an dem Kegel in den Geraden CG, CI tangentiren, und sich in der Geraden CH schneiden; diese Durchschnittslinie oder Kante wird mit dem horizontalen Plan einen Winkel HCh machen, gleich demjenigen, welchen der leuchtende Strahl macht, und folglich der Punkt h, indem er die Projektion von H ist (welcher

über der horizontalen Ebene von der Höhe Cc aufgerichtet ist), wird von C entfernt seyn, gleich der Entfernung von Cd; denn wir sehen, daß ein Strahl, welcher durch c gehet, und welcher den Schatten von diesem Punkte auf die horizontale Ebene in d wirft, der HC gleich und parallel seyn wird. Man wird wohl thun, die Vergleichung von diesen Ebenen in den zwei Figuren zu studiren, damit man die Verfahrungsart, welche wir so eben gemacht haben, besser begreife, als auch diejenigen, welche uns noch zu sehen übrig sind.

Man kann hier bemerken, daß die Regeln, Schatten zu ziehen, nicht ohne Nutzen sind. Wenn man einem Künstler (welcher diese Prinzipien nicht kennt) aus dem Kopfe, ohne die Natur um Rath zu fragen, auftrüge, zwei Kegel, welche mit der Basis auf einander stehen, zu zeichnen, so ist es sehr wahrscheinlich, daß er die Schatten dieses Kegels nach der 5ten Figur machen würde; das heißt, sobald er den Schatten des einen Kegels bestimmt haben würde, z. B. den obern nach der geraden ab, so würde er nicht ermangeln, unmittelbar denjenigen des untern Kegels von b nach c zu machen, welches ein großer Fehler seyn würde, denn sie müßten (*Fig.* 6.) von a nach b, und von c nach d gehen. Auch wenn dieser Künstler den Schatten eines Cy-

linders mit zwei Kegelendigungen machen sollte, so würde er sie nach der 7ten Figur machen, da sie doch wie in Figur 8. seyn müßte.

61ste Aufgabe.

In einem hohlen Kegel den Schatten im Innern zu finden.

Fig. 9. ab ist die horizontale Projektion des Lichtes. (wie in der vorigen Aufgabe.) Nehmen wir einen vertikalen Plan an, welcher durch diese Linie gehet und den Kegel schneidet; legen wir diesen Durchschnitt in den horizontalen Plan um, so erhalten wir den Triangel AcB; wir wollen nun den Schatten vom Punkte a suchen, welcher in das Innere des Kegels geworfen wird; durch A, (im Aufriß) die vertikale Projektion von a, lassen wir einen Lichtstrahl gehen, welcher den Schatten dieses Punktes in D werfen wird; diese Seite Bc hat zur horizontalen Projektion die Gerade cb, und folglich alle Punkte, welche sich auf Bc befinden, werden mit allen übereinstimmen, welche auf bc sind; wir haben also nur eine Perpendikulare aus D auf bc zu ziehen, welche uns den Punkt d giebt, für den gesuchten Punkt des Schattens von a im Innern des Kegels; dieser erste Punkt macht keine Schwierigkeit, aber wir sind noch nicht am Ende. Nehmen

wir irgend einen andern Punkt e, legen wir durch diesen Punkt einen vertikalen Plan ef, mit dem ersten parallel, so ist klar, daß der Schatten von e sich auf ef befinden muß, wie sich der von a auf ab in d befindet: es scheint im ersten Augenblick, daß dieses zweite Verfahren nicht schwieriger als das erste ist; aber wenn wir bemerken, daß der erste Durchschnitt, der durch den Mittelpunkt, oder durch den Gipfel des Kegels gehet, ein Dreieck ist; und daß in diesem hier der Plan ef, indem er nicht durch den Gipfel gehet, der vertikale Durchschnitt eine Hyperbel EHF seyn wird, welche man bei jedem Punkte, wovon man den Schatten sucht, finden muß, so sehen wir alsdann, daß diese Weise nicht so leicht ist, als man sich anfangs vorstellte.

Denn um diese Hyperbel zu finden (*Fig.* 11.), muß man aus dem Mittelpunkt c beliebige Kreise beschreiben, welche von dem vertikalen Plan af geschnitten werden. Aus den Punkten, wo die Kreise die Linie ab schneiden, errichte man Senkrechte und schneide die BC, durch welche Schnitte man Parallelen mit AB ziehet, welche die Kreise im Aufrisse sind. Ziehet man nun durch die Durchschnittspunkte, welche af im Grundrisse mit den Kreisen macht, senkrecht in den Aufriß und schneidet die

cor-

correspondirenden Kreise, so erhält man die Punkte, welche in der Hyperbel liegen. Man ziehe nun ferner aus A, der vertikalen Projektion von a, den Lichtstrahl AH; wo dieser die Hyperbel in H schneidet, ist der Schatten von A, wovon die horizontale Projektion h ist.

Diese Methode erfordert viele Linien, wir wollen also ein Mittel angeben, auf eine einfachere Art den Schatten zu finden.

Man verlängere den Plan AB von der Basis des Kegels gegen I; durch den Gipfel c führe man den Lichtstrahl cI; aus I lasse man eine Senkrechte auf die Verlängerung von ab fallen, welche den Punkt i angiebt (der übereinstimmend mit dem Punkte h in der *Fig.* 4. ist); von diesem Punkte führe man die Tangenten ij, ik, und die Punkte j, k werden am Anfange des Schlagschattens im Innern des Kegels durch den Bogen jak seyn; die zwei Punkte j, k, und der Punkt d, werden alsdann drei Punkte des gesuchten Schattens seyn; aber diese drei Punkte sind nicht genug, die Kurbe dieses Schattens zu bestimmen; nehme man also irgend einen andern Punkt e an (den wir als noch nicht gefunden annehmen); durch i, und durch den gegebenen Punkt e, führe man die Gerade iel, diese Linie wird die Zeichnung eines geneigten Planes seyn

welchen wir uns vorstellen, daß er durch den Gipfel des Kegels c gehet. Denn wir wissen, daß alle Durchschnitte, welche durch den Gipfel und die Basis des Kegels gehen, Dreiecke sind. Führet man also die Geraden lc, ec, so bekommt man den Triangel ecl zur horizontalen Projektion von diesem Durchschnitte, und den Triangel EcL für die vertikale Projektion desselben Durchschnittes. Man hat nur noch den Strahl aus E zu ziehen, welcher den Schatten dieses Punktes auf H wirft, auf die Seite des Triangels (wir sehen wohl, daß dieser Punkt der nämliche ist, welchen wir vorher gefunden haben), welcher uns den Punkt h anzeigt in der horizontalen Projektion.

Durch diese letzte Methode läßt sich ein neues Mittel herleiten, den Punkt auf eine sehr abgekürzte Weise zu finden. Man bemerkt, daß dieser Punkt h in dem Durchschnitt lc liegt, die Seite des Triangels, und von ef, der horizontalen Zeichnung des vertikalen Planes, welcher die Hyperbel bildet, eben so wie H sich im Durchschnitt von Lc befindet, und von der Hyperbel EGF. Durch den gegebenen Punkt e führe man eine Gerade ef parallel mit ab, und der gesuchte Punkt muß sich auf dieser Linie befinden; durch i und durch denselben Punkt e führe man die

Gerade iel, von l führe man lc, und der gesuchte Punkt muß sich auch auf dieser Linie befinden; und auf dieselbe einfache Weise findet man so viel Punkte als nöthig sind, die Kurbe des Schattens zu ziehen.

62ste Aufgabe.

Es ist der Grundriß AKYD und der Aufriß acbd eines Theiles eines hohlen Kegels gegeben; es sey die Contur des innern Schlagschattens zu finden.

Fig. 10. Diese Aufgabe ist der vorhergehenden ganz ähnlich und beruhet auf denselben Grundsätzen.

LH, Lh sind die Richtungen des Lichtstrahles, und C der Grundriß der Spitze des Kegels. Von den Punkten C, c, ziehe man CN, cn, wechselsweise parallel mit LH, Lh und nN senkrecht auf ML.

Durch den Punkt A führe man NAG, ziehe Gg senkrecht auf nd, und vereinige die Punkte C mit G, und c mit g; ferner ziehe man die Linie ae parallel mit Lh und eE parallel mit Gg, und die Linien CE, ce sind die in das Innere des Kegels fallenden Schlagschatten der Seiten AC, ac.

Man ziehe nun NK tangentirend zu der Krum-

men AKYD, nimmt in der AK was immer für einen Punkt X, führet die NXY, und von den Punkten X, Y, die Xx, Yy senkrecht auf nd, und vereinigt die Punkte C mit dem Punkte Y, und c mit y.

Führet man endlich xz parallel mit Lh, die Zz parallel mit Gg, so werden die Punkte Z, z der Grund- und Aufriß eines Punktes der gesuchten Contur des Schattens seyn.

In dem Aufrisse des halben Hohlkegels, *Fig.* 11., ist der Schlagschatten vermittelst der Hyperbeln gefunden, wie wir oben schon gezeigt haben.

63ste Aufgabe.

Einen Tropfen, in der Dorischen Ordnung zu schattiren, den Schlagschatten von dem Rinnchen auf dem Tropfen, und von diesem den Schlagschatten auf der Wand zu finden.

Taf. 13. *Fig.* 1. GH im Grundrisse und gh im Aufrisse sind die Linie des Rinnchens, welche auf dem Tropfen, oder abgestumpften Kegel ADB, abn liegt, und den Schlagschatten auf denselben wirft, welchen wir zuerst suchen wollen. Trägt man CN, den Vorsprung des Rinnchens vor dem Mittelpunkt der Basis des Kegels im Grundrisse, von n nach g

in den Aufriß und zieht die Projektion des Strahles gk, bis sie die Mittellinie des Kegels in k schneidet; zieht aus p, dem Durchschnitte der Linie gk, mit der Seite des Kegels eine Parallele mit gh nach q, so ist q ein Punkt des gesuchten Schattens. Ferner ziehe man aus beliebigen Punkten, wie m in der Seite ap, Parallelen mit pq, wie ml', nehme om als Radius und beschreibe damit einen Halbkreis aus dem Punkte k; wo dieser Halbkreis die Linie ml' in den beiden Punkten l, l' schneidet, sind wieder zwei Punkte in der Contur des Schattens. (Die Linie ml' wird als der Durchschnitt eines Cylinders betrachtet, und der Schatten wie in *Fig.* 2. *Taf.* 7. gesucht.) Nimmt man daher noch andere solcher Linien an, und betrachtet sie wieder als horizontale Durchschnitte eines Cylinders, wovon der Durchmesser gleich der gezogenen, oder dem Durchschnitt des Kegels ist, und wiederholt dieses Verfahren, so erhält man so viel Punkte, daß die Kurbe gezogen werden kann.

Um den eignen Schatten des Kegels zu finden, muß man die Seiten des Kegels am, br verlängern, bis sie sich schneiden, wodurch man die Spitze des Kegels erhält. Aus dieser Spitze ziehe man den Strahl iu bis auf die verlängerte Linie der Basis des Kegels au; dann aus C, dem Mittelpunkte

des Kegels im Grundrisse, den horizontalen Strahl Cv und schneide diesen mit uv, senkrecht auf au gezogen, nehme vx, die Hälfte von Cv, und beschreibe damit aus x als Mittelpunkt den Halbkreis, womit die Basis des Kegels in D geschnitten wird, welches der Grenzschatten des Kegels, und d davon die vertikale Projektion ist; nun ziehe man di, welche den Grenzschatten im Aufrisse bestimmt.

Den Schlagschatten des Kegels auf der Wand oder senkrechten Ebene EF, ef zu finden, sucht man den Schlagschatten des Kreises von der Basis des Kegels, welcher a'b'd' seyn wird, und nach den frühern Aufgaben *Taf.* 3. *Fig.* 2. construirt ist; alsdann zieht man aus dem Mittelpunkte c' des Schattens die Senkrechte c's aus i, dem Gipfel des Kegels, den Strahl is, und aus s die Tangente st an dem Schlagschatten der Basis des Kegels.

Der Schlagschatten des Rinnchens gh wird ef seyn, nämlich die Höhe eg wird der EG im Grundrisse gleich gemacht.

64ste Aufgabe.

Der Aufriß und Grundriß eines Kegels und einer Kugel sind gegeben; den Schlagschatten des Kegels auf der Kugel zu finden.

Fig. 3. Diese Aufgabe verdient alle Aufmerksamkeit, weil sie die vorzüglichsten Schwierigkeiten enthält, welche in der Anwendung der Schattenlehre vorkommen. Wir setzen auch voraus, daß die Schatten besonders, sowohl für den Kegel als auch für die Kugel, gefunden sind, nämlich die eignen Schatten und die Schlagschatten derselben, durch die früher angegebenen Methoden, damit die Figur, welche schon mit Linien überladen, nicht noch verworrener wird. Es sey also cd die horizontale Projektion des Lichtes; Ed der eigentliche Lichtstrahl, eE die Höhe des Kegels; fgdh der Schlagschatten von dem Kegel auf die horizontale Ebene geworfen (abstrahirt von der horizontalen Projektion der Kugel); ef, eh die Grenzen des Schattens des Kegels auf der horizontalen Oberfläche; iE die vertikale Projektion des Schattens vom Kegel oder deren Geraden ef, eh; cEg die vertikale Projektion des Kegels.

Wir haben früher gesagt, daß die Geraden fd, hd die Zeichnung der beiden Ebenen wären, tangentirend an der Oberfläche des Kegels in der Richtung der Linien ef, eh, und sich auf der Kante Ed oder cd vereinigen, welche die horizontale Projektion davon ist. Wenn wir in den Schlagschatten des Kegels auf der horizontalen Ebene eine Kugel legen, so ist es klar, daß ein Theil des Schlagschattens

auf die Kugel geworfen wird, und dieses ist die Aufgabe, welche uns beschäftigen soll. Setzen wir also, daß die Kugel von einem vertikalen Plan cd geschnitten ist, nach der Richtung des Diameters gj; machen wir die vertikale Projektion dieses Durchschnittes auf diesem Diameter, so erhalten wir den Kreis klKm, welcher den Strahl Ed in einem Punkte N auffangen und in n seine horizontale Projektion seyn wird; dieser Punkt wird also der Schatten der Spitze des Kegels seyn, welcher auf die Kugel geworfen wird. Auf dieselbe Weise könnten wir die andern Punkte auch finden, wenn man diese Weise wiederholte, aber weil verschiedene Linien so schräg einfallen, so sind sie nicht genau zu finden; warum wir denn ein allgemeineres Mittel anwenden, richtiger, und was noch mehr ist, uns die Einsicht verschiedener Verfahrungen, welche uns sehr schwer scheinen, geben wird, indem wir die gewöhnlichen Mittel anwenden. Durch dieses Mittel können wir auf eine Art eine Reihe verschiedener Punkte finden, welches die Arbeit sehr erleichtert.

Wir betrachten daher die Kugel, als sey sie von einem geneigten Plan mit dem horizontalen Plan geschnitten, wovon die Zeichnung fd seyn wird. Man muß nur die Neigung dieses Planes kennen, welches nicht schwer ist, weil er tangentirend auf der Ober-

fläche des Kegels fe ist (er wird also die nämliche Neigung haben, welche die Seite des Kegels auf seiner Basis hat), welche die horizontale Projektion von der Geraden iE ist. Wir haben also einen rechtwinkligen Triangel, wovon eine Seite fe ist, die zweite wird die Axe des Kegels seyn, welche perpendikular auf ef ist, und wovon die Höhe eE′ bekannt, weil sie die nämliche Axe ist, endlich die dritte Seite wird die Hypothenuse fE′ seyn, wovon der Winkel E′fe die gesuchte Neigung des schneidenden Planes messen wird. Stellen wir uns vor, dieses Dreieck sey auf seiner Base fe aufgerichtet, so werden wir eine Vorstellung der Neigung von diesem Plan dfe haben. Nach diesem lassen wir aus k (dem Mittelpunkte von der horizontalen Projektion der Kugel) von der einen und andern Seite eine Perpendikulare auf df fallen; diese Linie ab wird parallel mit fe seyn, und wird uns als vertikaler Plan dienen, die Kugel zu entwerfen, so wie auch als schneidender geneigter Plan. Für dieses errichten wir aus e auf ab eine Perpendikulare, auf welche wir die Höhe eE′ tragen, von e′ nach E″; hernach entwerfen wir f auf f′, führen f′E″, und wir werden einen rechtwinkligen Triangel haben, ähnlich und gleich dem ersten, folglich werden wir auch die Neigung des schneidenden Planes gemessen durch den

Winkel e′f′E″ haben. Jetzt beschreiben wir mit dem Radius kk′, perpendikular auf ab, einen Kreis, welcher die vertikale Projektion der Kugel seyn wird. Jetzt sehen wir leicht, daß die Kugel durch den geneigten Plan f′E″ geschnitten ist, oder durch den Schatten des Kegels nach der Richtung der Geraden o′p′, welche ein Diameter des Kreises von diesem Durchschnitte seyn wird. Die horizontale Projektion von diesem Diameter wird op seyn, welche wir in zwei gleiche Theile in dem Punkte q theilen, oder besser von q′, die Hälfte von o′p′, lassen wir eine Perpendikulare auf ab, welche den Umfang in den Punkten r, s schneiden wird; die Linie rs wird die große Axe der Ellipse seyn, und op die kleine: diese Ellipse wird die horizontale Projektion des Zirkels seyn, welcher durch den Schnitt der Kugel entstand, und welche man mit dem Lineal von Papier zeichnen kann.

Hier aber, wo wir nur die Hälfte der Ellipse nöthig haben, ist es auch nicht nöthig, sie ganz zu zeichnen. Wir werden dieselbe in Ansehung der Zeichnung hd machen, und diese Schatten auf die vertikale Projektion übertragen, wo die Projektion ganz ist.

65ste Aufgabe.

Dieselbe Aufgabe auf eine andere Art aufgelöst.

Taf. 14. *Fig.* 1. Wenn hkm der Grundriß des Kegels, und eE die Höhe des Kegels in die horizontale Ebene umgelegt, ed der Lichtstrahl in der horizontalen, und Ed der wirkliche Lichtstrahl in der vertikalen Ebene ist, so ist hdk der Schlagschatten des Kegels, wie in der vorigen Figur; nach derselben Weise wird auch der größte vertikale Kreis der Kugel auf die Linie md in den Grundriß umgelegt, und der Schatten von der Spitze des Kegels in l und l′ gefunden.

Ziehet man nun vor dem Punkte l′ in der Linie md aus irgend einem Punkte a eine Senkrechte auf md nach der einen und andern Seite, wie ab, ab′, und verlängert letztere bis f in die Linie Ed, so ist af als eine Linie zu betrachten, welche auf a senkrecht stehet, und den vertikalen Durchschnitt, welchen der Lichtstrahl aus der Spitze des Kegels bis in die horizontale Ebene in d gezogen macht, schneidet; legt man diese Linie af auf ad um, von a nach f′ und ziehet f′b und f′b′, so erhält man ein Dreieck, welches auf bab′ senkrecht stehend gedacht wird, und die Kugel in der horizontalen Projektion in der

Linie bb', in der vertikalen Projektion aber in der Linie af schneidet. Dieses Dreieck ist also der vertikale Durchschnitt (auf bb') des Schattens des Kegels, welcher als ein Prisma betrachtet wird, wovon die Linien bf', b'f' in den geneigten Ebenen des Schattens liegen, welche die Kugel schneiden; da nun der vertikale Schnitt af durch den umgelegten größten Kreis l'gl gehet, so wird a'g der Radius desjenigen Kreises seyn, in welchem die Kugel von dem Dreieck geschnitten ist. Man stelle sich demnach den Durchschnitt ag der Kugel auch als umgelegt auf ad vor, wie wir es mit dem Dreieck gemacht haben, so ist aa' die Höhe des Mittelpunktes von diesem Kreise. Man nehme also die Höhe aa' bis an den vertikalen Durchmesser der Kugel, und lege sie in ad von a nach a'', nehme a'g als Halbmesser und beschreibe damit aus a'' den Bogen g'xg'', schneide die Seite bf' in x, aus welchem Punkte eine Parallele mit ad auf bb' gezogen wird, und die horizontale Projektion des Punktes x in i angiebt. Auf der andern Seite schneidet dieser Bogen die Linie b'f' in g'', welches der entgegengesetzte Punkt ist, welcher den Schatten in i' anzeigt. Schneidet man die Seiten bf', b'f' noch einmal mit demselben Kreise in r, und ziehet rs senkrecht auf bb', so erhält man noch zwei Punkte dieses

Durchschnittes in s; folglich vier Punkte des Schattens. Sucht man mehrere solcher Durchschnitte, wie po in der Figur zeigt, auf dieselbe Art, so können so viel Punkte der Kurbe gefunden werden, als nöthig sind, sie zu beschreiben.

Obige Aufgabe auf eine dritte Art aufgelöst.

Am leichtesten und begreiflichsten ist folgende Art: *Fig.* 4. *Taf.* 13. wenn die Grenzschatten des Kegels im Grund- und Aufrisse gefunden sind, so ziehet man aus beliebigen Punkten im Grenzschatten des Grundrisses Linien parallel mit dem Lichtstrahl, und schneidet durch senkrechte Ebenen, auf diesen Strahlen errichtet, den Kegel und die Kugel, und sucht diese Durchschnitte im Aufrisse. Nämlich man ziehet im Grundrisse der Kugel beliebige Kreise, welche auf der Oberfläche der Kugel liegen, und im Aufrisse durch horizontale Linien vorgestellt sind; trägt man nun die Durchschnittspunkte der horizontalen Strahlen mit den Kreisen in dem Aufrisse auf die horizontal liegenden correspondirenden Kreise in die Höhe, so erhält man Ellipsen. Alsdann ziehet man aus dem Grenzschatten im Grundrisse aus denselben Punkten, aus welchen die Strahlen gezogen sind, senkrechte Linien in die Höhe und schneidet den Grenz-

schatten im Aufrisse; diese Durchschnittspunkte werden in denselben Ebenen liegen, welche die Durchschnitte mit der Kugel machen, ziehet man daher aus diesen Punkten die vertikalen Strahlen, und schneidet die correspondirenden Durchschnitte der Kugel, so erhält man so viel Punkte des Schattens als man Durchschnitte angenommen hat. Um den Schatten im Grundrisse zu finden, ziehet man aus den Durchschnittspunkten im Aufrisse senkrecht herab in dem Grundrisse auf die correspondirenden geraden Durchschnitte, welche dann die Punkte angeben, durch welche der Schatten bestimmt wird. Auf dieselbe Weise kann auch die folgende Aufgabe aufgelöst werden.

66ste Aufgabe.

Den Schlagschatten eines Kegels auf einem Cylinder zu finden.

Fig. 2. *Taf.* 14. Wenn fik der Grundriß des Kegels, ilop der des Cylinders ist, so wird angenommen, daß der Schlagschatten des Kegels sowohl als auch der Grenzschatten desselben gezeichnet ist. eE ist wieder die Axe des Kegels und Ed der eigentliche Strahl. Nimmt man ed als die Projektion eines vertikalen Durchschnittes des Cylinders an, so ist io ein Kreis, welchen wir in den Grund auf der Linie

id umlegen, wie l′rl; dieser Kreis wird von dem Strahl Ed in l geschnitten; läßt man aus diesem Punkte eine Senkrechte ll′ auf ed fallen, so ist l′ der Schatten von der Spitze des Kegels auf dem Cylinder. Ziehen wir aus f nach E, und aus beliebigen Punkten g, h im Grenzschatten ef parallele Linien mit eE, schneiden mit denselben fE in g′, h′; aus g und h aber ziehen wir Parallelen mit ed, wie gm, hn′, legen auf diesen Linien die vertikalen Durchschnitte des Cylinders in die horizontale Ebene um, und schneiden diese Kreise mit den Strahlen aus g′, h′, parallel mit Ed gezogen, in m und n; ziehen ferner aus m, n senkrechte Linien, die erste auf gm′, die zweite auf hn′, so sind m′ n′ Punkte, welche in der Contur des Schlagschattens liegen. In q berührt der Cylinder auf der horizontalen Ebene den Schlagschatten des Kegels fd, folglich wird die Kurbe l′m′n′q entstehen, welche der Schatten auf der einen Seite der io ist; den auf der andern Seite kann man übertragen, und so ist der Schatten entworfen.

Man kann auch das Dreieck eEf senkrecht auf ef setzen, und die Linie gg″, hh″ auf gg′ und hh′ auftragen, wodurch man die Länge dieser Linien bestimmter erhält, weil die Linien nicht mehr unter so spitzen Winkeln einfallen, als in g′, h′ geschiehet.

Auch können die Punkte des Schattens gefunden werden, wenn das Dreieck eE′f und der Kreis lrl′ gezeichnet sind, indem man die Linie gg″ hh″ auf eE aufträgt, z. B. gg″ aus e nach E in s, ziehet den Strahl sr, und schneidet den Kreis lrl′ in r, aus r senkrecht auf gm′, wo man ebenfalls den Punkt m′ erhält. Auf diese Weise können dann die übrigen Punkte auch gefunden werden.

67ste Aufgabe.

Auf eine andere Weise denselben Schatten von einem Kegel auf dem Cylinder zu finden.

Fig. 3. Es sey alles wie in der vorigen Figur, auch der Punkt l′, der Schatten von der Spitze des Kegels, auf dem Cylinder, gefunden. Man ziehe aus einem beliebigen Punkte a eine Senkrechte auf ed nach beiden Seiten und verlängere sie von b′ nach c, bis sie den Strahl Ed erreicht; man nehme ac und trage sie auf ed von a nach c′, ziehe c′b, c′b′, und man erhält wieder ein Dreieck, welches, auf bb′ aufgerichtet, den Schlagschatten des Kegels und auch den Cylinder selbst schneidet; nimmt man daher ag, den Schnitt des Cylinders, und trägt diese Höhe auf ed aus a nach g′, und ziehet g′f parallel mit bb′, so schneidet diese Linie das Dreieck

in

in x, welchen Punkt man senkrecht auf ab ziehet, und x' ist der gesuchte Punkt. Zeichnet man mehrere solcher Dreiecke, wie das auf dem Durchschnitt pq, so erhält man den Punkt y, und so lassen sich die nothwendigsten Punkte finden, um den Schatten zu ziehen.

Es wird nun keine Schwierigkeiten haben, den Aufriß des Schlagschattens zu zeichnen, denn 11', ag u. s. w. sind die Höhen im Cylinder im Aufrisse, auf welche die Punkte 1', x', z u. s. w. senkrecht in die Höhe gezogen werden.

68ste Aufgabe.

Es ist der Grundriß ABD und der Aufriß acb eines Kegels, wie auch der Grund- und Aufriß was immer für einer Linie PQ, pq gegeben; es sey die Contur des Schlagschattens dieser Linie auf dem gegebenen Kegel zu bestimmen.

Fig. 4. LH und Lh sind die Richtungen des Lichtstrahles und C der Grundriß der Spitze des Kegels.

Nimmt man in der PQ was immer für einen Punkt X, zieht Xx senkrecht auf ML, dann die beiden xz, cn parallel mit Lh, die XZ, CN aber

parallel mit LH, und die Zz, nN senkrecht auf ML; führet man ferner die NZA, und vereinigt den Punkt A mit dem Punkte C durch die Linie AC, so erhält man in dem Durchschnitte Y der Linien AC und XZ den Grundriß eines Punktes des gesuchten Schattens. Ziehet man endlich Yy senkrecht auf ML, so ist y der mit dem Punkte Y des Grundrisses übereinstimmende Punkt des Aufrisses.

69ste Aufgabe.

Fig. 5. Man kann dieselbe Aufgabe vermittelst der vertikalen Durchschnitte auflösen, wie in der 5ten Figur; hat man einen beliebigen Punkt X, x in der gegebenen Linie angenommen, so ziehet man im Grundrisse den Strahl XZ und sucht den senkrechten Durchschnitt dieser Linie im Aufrisse, vermittelst der gezogenen Parallel-Kreise, wodurch man den vertikalen Durchschnitt der Krummen abc im Aufrisse erhält, und ziehet aus x den Strahl xy, welcher die Krumme in y schneidet u. s. w.

Ist die gegebene Linie horizontal und mit der Durchschnittslinie beider Projektionsebenen parallel, so läßt sich der Schatten auf dem Kegel leicht finden, und auf dieselbe Weise construiren, wie wir es bei dem Tropfen der dorischen Ordnung gethan haben, vorausgesetzt, daß die Projektion der Lichtstrahlen 45° ist.

Vermöge dieser senkrechten Durchschnitte, parallel mit dem Lichtstrahl, läßt sich von einer jeden gegebenen Linie, auf irgend einem Körper von jeder Form, der Schlagschatten finden; ist z. B. *Fig.* 2. *Taf.* 13. die krumme Linie xy, x'y' im Grundrisse und Aufrisse gegeben, so kann der Schlagschatten von dieser Linie auf einer Kugel gefunden werden, wenn man horizontale Kreise, welche auf der Kugel liegen, im Grund- und Aufrisse zeichnet, dann aus einem angenommenen Punkte in der gegebenen Linie im Grundrisse den horizontalen Strahl durch die Kugel ziehet, und die Kreise schneidet; diesen Durchschnitt im Aufrisse sucht, welcher eine Ellipse ist, und denselben mit dem vertikalen Strahl aus dem in der Linie angenommenen correspondirenden Punkte schneidet u. s. w. In den verwickeltsten Fällen ist diese Art zwar nicht immer die kürzeste, doch gewiß immer die leichteste, weswegen wir sie denn auch hauptsächlich in architektonischen Rissen anwenden, wie wir nun zeigen werden.

70ste Aufgabe.

Eine jonische Basis im Grund- und Aufrisse ist gegeben; die eignen Schatten und Schlagschatten der Glieder zu finden.

Taf. 15. *Fig.* 1. Es kommt hier darauf an,

erstens die eignen Schatten der verschiedenen Glieder zu suchen, und zweitens die Schlagschatten, welche ein Glied auf das andere wirft, zu finden. Um dieses zu machen, kann man sich am leichtesten der vertikalen Durchschnitte parallel mit dem Lichtstrahl bedienen. Wenn nämlich AC der Lichtstrahl ist, und wir uns auf dieser Linie einen vertikalen Durchschnitt vorstellen, so wird die Basis im Grundrisse in der Richtung a'b', und im Aufrisse in agcb geschnitten. Ziehet man nun am Durchschnitte des Pfuhles eine Tangente cd, parallel mit der vertikalen Projektion des Strahles, so wird e der Berührungspunkt seyn, welcher der Grenzschatten des Pfuhles ist. Verlängert man die Tangente, bis sie den Durchschnitt trifft, wie hier in d geschiehet, auf der Oberfläche des Riemchens, so wird d der Schlagschatten von dem Pfuhle e, und folglich noch ein Theil der Oberfläche des Riemchens beleuchtet seyn; ferner ziehet man einen andern Strahl aus f im Durchschnitte aus der untern Linie des Riemchens (welche sich im Lichte befindet, und also ihren Schlagschatten in die Hohlkehle werfen muß) und schneidet denselben Durchschnitt der Kehle in g, welches der Schlagschatten von f ist. Ziehet man noch Tangenten an den Stäbchen, welche uns noch die Grenzschatten derselben bestimmen, und einen Strahl am

Riemchen, so wird man den Schlagschatten von demselben in der untern Kehle erhalten; sucht man mehrere solcher Durchschnitte parallel mit den erstern, und verbindet die gefundenen correspondirenden Punkte unter einander, so wird man die Grenzschatten sowohl als auch die Schlagschatten finden. Es ist hier zu bemerken, daß in dem zweiten Durchschnitt lk im Aufrisse die Tangente oh, welche am Pfuhl gezogen ist, vor dem Durchschnitt des Riemchens vorbei gehet und erst den Durchschnitt in der Hohlkehle erreicht, folglich das Riemchen hier sich im Schatten befindet; um aber den Schlagschatten auf dem Riemchen, welchen der Grenzschatten des Pfuhles wirft, zu bestimmen, muß man mehrere Punkte haben; man kann daher den Durchschnitt des Riemchens sich verlängert denken, bis er die Tangente erreicht in i, welches wieder ein Punkt des Schattens auf der Oberfläche des Riemchens ist; nun kann man den Punkt d mit i vereinigen, welches die Linie des Schlagschattens genauer angeben wird. Auch wird die Linie tm' (der Grenzschatten von der Säule) ihren Schatten auf den Durchschnitt mno werfen, welcher im Grundrisse m'n'o' ist. Der Grenzschatten pq vom Riemchen der Säule wird seinen Schlagschatten von q nach r werfen, alsdann aber von r aus der Schlagschatten von po auf dem Pfuhle an-

fangen, welchen wir einem Jeden selbst zu suchen überlassen, und begnügen uns nur, darauf aufmerksam gemacht zu haben.

71ste Aufgabe.

Ein toskanisches Capitäl zu schattiren.

Fig. 2. Man siehet sogleich, daß der Abakus zuerst seinen Schlagschatten auf den Wulst, dann auf das Riemchen und zuletzt auf die Säule wirft. Zweitens, daß der Grenzschatten von dem Wulste des beleuchteten Theiles seinen Schlagschatten auf das Riemchen, und einen Theil davon auf die Säule wirft. Ferner wirft die untere Linie des Riemchens ihren Schlagschatten auf die Säule.

Suchen wir also zuerst den Schlagschatten der Linie ab vom Abakus. Ziehet man den Strahl ap, und durch den Durchschnitt c, welche diese Linie mit der Contur des Wulstes macht, eine Parallele mit ab, bis sie die Mittellinie in l schneidet, so ist l ein Punkt des Schattens auf dem Pfuhle. Zieht man dann beliebige Linien ef, gh, ik, parallel mit ab, und betrachtet diese Linien als Durchschnitte eines Cylinders; (wie wir es an dem Tropfen der dorischen Ordnung gemacht haben), nimmt also em als Radius und beschreibet aus p, als Mittelpunkt, einen Kreis und schneidet damit ef in q und r, so sind

dieſe beiden Punkte in der Linie des Schlagſchattens. Ferner nehme man gn als Radius und beſchreibe wieder einen Kreis aus dem Mittelpunkt p, womit man die Linie gh ſchneidet, welche Schnitte wieder zwei Punkte des Schlagſchattens angeben. Sucht man die übrigen Punkte eben ſo, ſo läßt ſich der Schatten auf dem Wulſte genau beſtimmen. Nimmt man ferner den Radius des Riemchens von tt', und den Radius der Säule, beſchreibt aus p die Theile der Kreiſe ss' auf dem Riemchen, und auf der Säule vu, ſo hat man den ganzen Schlagſchatten cvus'sqlr von der Platte.

Macht man nun im Grundriſſe und Aufriſſe vertikale Durchſchnitte (wie in der vorigen Figur) xy, x'y', und ziehet an dem Durchſchnitte im Aufriſſe die Tangente zw, ſo erhält man den Grenzſchatten z des Wulſtes und von dieſem den Schlagſchatten w auf dem Riemchen. Der Schlagſchatten von dem Riemchen auf der Säule wird eben ſo gefunden, wie wir auch ſchon früher den Schlagſchatten von einer runden Platte auf einem Cylinder gefunden haben.

Will man die Schatten im Grundriſſe finden, ſo hat man nur nöthig, die Punkte der Schatten aus dem Aufriſſe ſenkrecht herab in den Grundriß der correſpondirenden Durchſchnitte zu ziehen, welche den

Schatten angeben. Zum Beispiel den Punkt z im vertikalen Durchschnitt yzx trägt man senkrecht herab auf den horizontalen Durchschnitt $x'y'$ in z' u. s. w.

72ste Aufgabe.

Ein jonisches Capitäl zu schattiren.

Taf. 16. Um den Schlagschatten der Schnecke auf der Säule, welche cannelirt ist, zu bestimmen, sieht man bald, daß nur ein Theil $a''g''k''l''m$ derselben den Schlagschatten werfen kann, wo a'' und m, die tangentirenden Punkte des Lichtstrahls, den Theil der Schnecke bestimmen, welche den Schatten wirft. Wir fangen also mit dem Punkte a'' an, welcher der tangentirende Punkt des Lichtstrahls $a''a'''$ ist. Tragen wir den Punkt a'' senkrecht herab in den Grundriß in a und ziehen den horizontalen Strahl aa', nehmen diesen Strahl als einen senkrechten Durchschnitt an, so wird dieser die Cannelirung in a' schneiden; ziehen wir dann aus diesem Punkte eine Senkrechte $a'a'''$ in den Aufriß, so wird diese von dem vertikalen Strahl $a'a'''$ geschnitten und einen Punkt des Schattens von der Schnecke angeben, welcher zugleich der letzte ist, der von dieser Seite der Schnecke geworfen werden kann. Machen wir mehrere solcher Durchschnitte im Grundrisse wie bb', cc', welche von den Kanten des Steges ausgezogen

sind, so erhalten wir in den Punkten b''', c''' zwei Punkte des Schlagschattens auf der Oberfläche der Säule; ziehen wir von dem andern Stege aus den Kanten g', h' die Strahlen gg', hh', und suchen die Punkte des Schattens im Aufrisse, wie die vorigen, so haben wir wieder zwei Punkte g''', h''', welche ebenfalls auf der Oberfläche der Säule liegen; auf dieselbe Art könnten wir auch noch einen Punkt x' finden, ebenfalls auf der Oberfläche der Säule, und wir hätten die Contur des Schlagschattens von der Schnecke auf dem Cylinder der Säule, in den Punkten $b'''c'''g'''h'''x'$, abstrahirt von den Cannelirungen. Denselben Schatten in den Cannelirungen zu finden, ziehen wir im Grundrisse andere Strahlen aus den Cannelirungen wie dd', ee' und suchen die Schatten dieser Punkte im Aufrisse, welche d''', e''', f''' seyn werden; verbindet man nun die Punkte $c'''d'''e'''f'''g'''$, so hat man die krumme Linie des Schattens in der Cannelirung; den Schatten in der andern Cannelirung wird man eben so finden.

Da nun der Punkt a der letzte Punkt in der Volute ist, welcher den Schatten werfen kann, so siehet man, daß das Licht an dem Polster der Seitenansicht vorbei gehet, und folglich noch von einem Theil derselben den Schlagschatten auf die Säule

werfen wird. Zu diesem Ende müssen wir durch die tangentirenden Strahlen am Polster den eignen Schatten desselben suchen, und von diesem dann den Schlagschatten auf der Säule.

Fig. 2. ist der Durchschnitt oder das Profil des Capitäls in der Linie AC im Grundrisse. Ziehen wir nun die Tangenten no an dem Riemchen, welches hinter der Schnecke (oder hinter den beiden Viertelsstäbchen in p′ im Grundrisse) liegt, und tragen den tangentirenden Punkt p in die Höhe in den Grundriß in p′; ziehen wir so auch die Tangente rs im Profil an dem Riemchen (welches im Grundrisse in q′ liegt) und das andere Ende des Polsters ist, tragen denselben tangentirenden Punkt q in den Grundriß in q′, und ziehen die krumme Linie q′5.4.3.2.1.p′, der Ausbiegung des Polsters ähnlich, so würde diese Linie der Grenzschatten des Polsters seyn. Um nun diese Linie im Aufrisse zu finden, so müssen wir sie in denselben auftragen, welches wir auf folgende Art machen können. Wir zeichnen entweder das Profil des Polsters in den Aufriß, so wie es sich in der *Fig.* 2. befindet, und ziehen dieselben Tangenten, oder wir suchen unmittelbar die zwei Punkte q und p; ziehet man im letztern Falle aus den Punkten q und p eine Linie senkrecht in die Höhe in den Aufriß, verlängert die untere

Linie des Abakus im Profil sowohl als auch im Aufrisse, und trägt die Längen dieser Linien, nämlich qQ, Pp, im Profil in den Aufriß Qq und Pp, so werden p und q in demselben Orte liegen, als im Profil die Punkte q und p. Nun verbinden wir p′ und q′ im Grundrisse, und p, q im Aufrisse durch gerade Linien. Diese Linien dienen dazu, um die Krumme, oder den Grenzschatten im Aufrisse zu finden; wir ziehen nämlich im Grundrisse andere Linien parallel mit AC aus den Punkten 1.2.3.4.5., welche in dem Grenzschatten liegen, bis an die Gerade p′q′; tragen diese Durchschnittspunkte mit dieser Geraden senkrecht in die Höhe in den Aufriß und schneiden die pq im Aufrisse, ziehen wieder durch diese Schnitte horizontale Linien, nehmen alsdann die Längen der Linien o1., o2., o3., o4., o5. im Grundrisse, und tragen sie in den Aufriß auf die correspondirenden Linien auf, wie o1., o2., o3., o4., o5.; durch die Punkte 1., 2., 3., 4., 5. kann nun die Krumme gezogen werden. Machen wir endlich im Grundrisse aus den Punkten 1, 2, 3, 4, 5, die Durchschnitte parallel mit dem Strahl und schneiden diese mit den vertikalen Strahlen, so erhalten wir den ganzen Schatten, wie in der Figur weiter nachgesehen werden kann.

Der Schatten des Wulstes kann ebenfalls ver-

möge der Durchschnitte gefunden, so auch der Schlagschatten in den Cannelirungen, die wie Nischen mit Kugelwölbungen gezeichnet werden, mit dem Unterschiede, daß der Halbkreis der Viertelskugel in dem Ablauf der Säule liegt, wie im Grundrisse der Boden yzx anzeigt. Die Schatten vom Stäbchen und Riemchen sind nach den frühern Aufgaben leicht zu finden. Den Schlagschatten von dem Riemchen, welches nebst dem Viertelsstäbchen mit der Schneckenwindung in dem Canal der Schnecke herum läuft, findet man, indem man beliebige Strahlen vom Riemchen aus in den Canal ziehet, und diese so lang macht als die Diagonale des Quadrates von der Vertiefung im Canal beträgt, welche uv im Profil ist.

73ste Aufgabe.

Das jonische Capitäl in der Seiten-Ansicht zu schattiren.

Taf. 17. In dieser Ansicht sehen wir die Schnecke in einer senkrechten Ebene liegen, die durch die gerade Linie a4. im Aufrisse vorgestellt ist, so wie die Breite des Randes, welche die parallele Linie bestimmt; diese beiden Linien werfen den Schlagschatten auf die Säule. Da wir aber die tangentirenden Punkte der Lichtstrahlen im Grundrisse nicht genau,

ohne die vordere Ansicht der Schnecke, finden können, so legen wir die Schnecke in den Grundriß um, so wie wir sie im Aufrisse haben; so auch den mittlern Durchschnitt des Gurtes, und bestimmen, indem wir die Tangenten ziehen, die Grenzschatten der Schnecke und des Polsters sammt dem Gurte, wie wir es in der vorigen Figur gemacht haben. Nach diesem nehmen wir bestimmte Punkte im Grundrisse in der umgelegten Schnecke an, als a, 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8., diese Punkte ziehen wir senkrecht auf die vordere Linie a′4′., welche mit der Axe der Schnecke parallel gezogen ist, und uns die Höhen dieser nämlichen Punkte giebt, welche wir im Aufrisse auf den Rand der Schnecke a 4. auftragen. Um nun die correspondirenden Punkte im Grundrisse zu finden, so ziehen wir aus den gegebenen Punkten in der umgelegten Schnecke Parallelen mit BC und schneiden damit den Rand der Schnecke im Grundrisse 7. 5. 8. 4. 1. 3. 2.; aus diesen Punkten ziehen wir horizontale Lichtstrahlen, machen auf denselben die Durchschnitte in der Säule, und schneiden sie mit den vertikalen Strahlen aus den correspondirenden Punkten, im Aufrisse, gezogen, welche uns den Schatten angeben werden. Dasselbe machen wir auch mit den Grenzschatten der Polster und Gurte, wie wir in der Figur deutlich sehen können, da die Schatten mit

denselben Zahlen und Buchstaben bezeichnet sind, wie auch die Punkte, welche dieselbe werfen.

74ste Aufgabe.

Ein korinthisches Capitäl zu schattiren.

Taf. 18. Die Hauptbestandtheile dieses Capitäls sind: der Krater und der Abakus oder die Platte, welche auf den Krater aufgelegt ist. Um den Krater herum sind die Blätter und Schnecken gelegt, oder wachsen gleichsam an ihm in die Höhe, so daß die hohen Blätter zunächst an ihm, die niedrigen aber wieder auf diesen liegen. Man muß daher zuerst die eignen Schatten des Abakus und des Kraters, dann aber die Schlagschatten derselben suchen, welche man wieder am bequemsten durch senkrechte Durchschnitte parallel mit dem Lichtstrahl findet, deren man so viel annimmt als nöthig sind, die Schatten zu bestimmen. Wir haben hier den Krater besonders gezeichnet (*Fig.* 1.), damit man die Art, wie solches zu machen ist, genauer sehen kann, und wie der Durchschnitt a b c d e zeigt.

Hat man diese Schatten gefunden, so sucht man nun die Schatten der Blätter, jedes insbesondere, da sie alle verschiedene Lagen gegen das Licht haben, versteht sich, daß wir hier wieder die Durchschnitte gebrauchen. Zum Beispiel eines der großen Blätter

(*Fig.* 2.) in der zweiten Reihe, wird gerade im mittlern Durchschnitt in der Richtung des Lichtstrahls im Grundrisse baC liegen; man braucht also hier nur eine Tangente, an dem mittlern Durchschnitt, oder an der Rippe des Blattes im Aufrisse zu ziehen, und wir erhalten einen Punkt d des Schlagschattens vom Umschlage des Blattes auf dem Blatte selbst, und zugleich durch den tangentirenden Punkt den Grenzschatten des gekrümmten Umschlages. Wir wissen, daß dieser Durchschnitt vermöge der Radien 3.c′, 2.b′, 1.a′ u. s. w. gefunden ist, und daß, indem man die Blätter durch eine horizontale Ebene schneidet, man wieder Kreise erhält, worin also die äußern Ansichten der Blätter liegen. So ist z. B. 2.b′ im Aufrisse, der Radius des äußersten Kreises vom Umschlag der großen Blätter, welcher durch dieselbe Linie 2.b′ ebenfalls vorgestellt, und im Grundrisse der Kreis Ab ist; eben so ist die Gerade 1.a′ der Radius von dem Kreise 1.a′; im Grundrisse wird es der Kreis aa seyn. Nimmt man daher mehrere solcher horizontaler Schnitte an, wie 1.e′, 4.g′, und beschreibt damit die Kreise ee, gg aus C, dem Mittelpunkte des Capitäls im Grundrisse, so lassen sich nun die Durchschnitte leicht finden; denn ziehet man nun irgend einen Strahl xy mit dem vorigen parallel, und schneidet die gezogenen Kreise, ziehet

aus den Durchschnittspunkten senkrecht in die Höhe in den Aufriß, und schneidet die correspondirenden (b2., e′1. u. s. w.) Kreise, so erhält man den vertikalen Durchschnitt ikleg, welchen man mit dem Lichtstrahl lm parallel mit dem vertikalen Strahl an dem Bogen ikl tangentirt und in m schneidet, welches wieder ein Punkt des Schlagschattens und auch des Grenzschattens am Umschlage des Blattes angiebt. Sucht man mehrere solcher Durchschnitte, so lassen sich die Schatten leicht bestimmen; denn die einmal gezogenen Kreise dienen nun für alle obere Blätter. Mit den untern Blättern verfährt man auf dieselbe Weise, es versteht sich, daß hierzu wieder ein Durchschnitt durch die Mitte des Blattes erfordert wird, dem ähnlich in dem obern Blatte g′e′a′b′c′, welchen wir in den mittlern Durchschnitt (im Grundrisse in die Linie AB) legen, und der in der *Fig.* 1. durch tsrqp vorgestellt ist. Nehmen wir also in dieser Figur die Radien 6.r, 7.s, 8.t u. s. w. und beschreiben mit denselben Kreise aus C im Grundrisse, ziehen in diesem beliebige Strahlen wie pt, suchen von diesen den vertikalen Durchschnitt im Aufrisse, und ziehen dann die Tangente uv parallel mit dem vertikalen Strahl am Durchschnitte im Umschlage des Blattes, so haben wir v zum Schlagschatten und den tangentirenden Punkt zum Grenzschat-

schatten des Blattes. Dieses wird hinreichend seyn zu zeigen, wie man nun weiter zu verfahren hat.

Anmerkung.

Man siehet auch, daß die Rippen der Blätter in den mittlern Durchschnitten dieser Blätter liegen, welche im Grundrisse nach dem Centro C gehen; diese könnte man benutzen, den Schatten zu finden, wenn man den Lichtstrahl in die Ebenen dieser Rippen projektirte. Z. B. pz im Grundrisse würde ein solcher Durchschnitt des untern Blattes seyn, welchen wir ebenfalls im Aufrisse als Rippe haben; wir wollen also den Lichtstrahl in diese Linie pz bringen: LM, LN sind die gegebenen Lichtstrahlen; zieht man MN senkrecht auf yL bis in N, aus L die LO mit pz parallel; aus N, NO senkrecht auf LO; OP senkrecht auf yL, xP aber gleich yM und verbindet P mit L, so wird dieses der Strahl seyn, in die vertikale Ebene der Rippe des Blattes gelegt.

Zieht man nun im Aufrisse die Tangente px parallel mit LP an der Rippe des Blattes im Umschlage, so erhalten wir den tangentirenden Punkt als Grenzschatten, und den Punkt x als Schlagschatten auf dem Blatte. Wir führen dieses Beispiel nur an, um in manchen vorkommenden Fällen das zu benutzen,

was wir gelernt haben, und um sich immer mehr zu üben, überlassen wir es nun einem Jeden, die andern Schatten selbst zu suchen.

75ste Aufgabe.

Der Aufriß eines dorischen Capitäls nebst Gebälke ist gegeben; man soll dasselbe schattiren.

Taf. 19. Es wird weiter keine Schwierigkeiten haben, die Schattirungen dieses Capitäls zu finden, da es dem toskanischen Capitäl *Taf.* 15., welches wir früher construirt haben, ziemlich ähnlich ist. Was das Gebälk betrifft, so werden die Schatten der Glieder auch leicht gesucht werden können. Die Tropfen haben wir schon in der 12ten Tafel gezeichnet und im Großen construirt; der Hauptschatten, welcher nun noch übrig bleibt, würde also noch derjenige des Kranzleistens und der Modillons seyn, welcher auf die Tryglyphen und Metopen geworfen wird. Hierzu ist nöthig, daß man sich das Profil der Metope sowohl, als auch von den Tryglyphen im Aufrisse zeichnet; nämlich in der Unteransicht oder dem Plafond werden die Vertiefungen von der Oberfläche der Tryglyphen a bis in den Dreischlitz b, und von diesem bis auf die Metopen in c seyn, diese nimmt man und trägt sie in dem Aufrisse von a nach b

und c, und ziehet senkrechte Linien, welche das Profil vorstellen. Ziehet man nun die Projektion des Lichtstrahles aus der Ecke des Kranzleistens, und schneidet das Profil, so ist in der ersten Linie a, da wo sie von dem Strahl getroffen wird, ein Punkt, der die Höhe des Schattens auf den Stegen oder Oberflächen des Tryglyphen bestimmt; aus diesem Punkte ziehet man eine Parallele mit der Linie des Kranzleistens auf dieser Oberfläche, welche der Schatten ist; da, wo die zweite Linie b von denselben Strahl getroffen wird, ist die Höhe des Schattens in den Vertiefungen des Tryglyphen; und da, wo der Strahl die dritte Linie c schneidet, ist die Höhe des Schattens auf der Metope; aus welchen Punkten wieder parallele Linien gezogen werden, erstere auf die Mittellinie des Dreischlitzes und die andere auf die Metopen, wodurch man die Biegungen des Schattens auf den verschiedenen Oberflächen erhält. Dasselbe Verfahren findet auch mit den Modillons statt, welche dann mit den Strahlen, durch die Ecken der Modillons gezogen, abgeschnitten, und die Breite des Schattens dadurch bestimmt wird. Auch kann man die Schatten der Tropfen auf dieselbe Weise bestimmen; oder man ziehet die Strahlen in dem Plafond mit dem horizontalen Strahl parallel, die tangentirenden sowohl, als auch den aus dem Mittelpunkte

des Tropfens, bis auf die Oberflächen der Metope, oder des Tryglyphen, ziehet alsdann senkrecht in die Höhe in den Aufriß und schneidet diese senkrechten mit den correspondirenden vertikalen Strahlen aus den Tropfen im Aufrisse u. s. w., wie in der Figur nachgesehen werden kann.

76ste Aufgabe.

In einem Giebel den eignen Schatten der Glieder, und von diesen die Schlagschatten auf dem Giebelfelde zu finden.

Taf. 20. *Fig.* 1. Wenn man den Schlagschatten des Kranzleistens auf den Kragsteinen und Fries vermöge des Strahls ghk, und auch die Schlagschatten der Kragsteine auf dem Fries mit den Strahlen ab, cd, ef gefunden hat, so ziehe man in dem Giebel beliebige Strahlen parallel mit den vorigen, wie it, pq, und mache dieselben so lang als gh, ziehe durch t und q Parallelen mit den beiden Kranzleisten der Linien iu, px, und diese werden die Schatten von den Kranzleisten auf den Kragsteinen seyn. Um den Schlagschatten der Kranzleisten und Kragsteine auf dem Giebelfelde zu finden, ziehe man die Strahlen uv, lm, no, und mache sie so lang als die ursprünglichen Strahlen, nämlich uv gleich gk, und lm, no gleich ab oder

cd, ziehe durch die Punkte v, m, o Parallelen mit den correspondirenden Kranzleisten und Kragsteinen, und man hat die Schatten gefunden. Denn da die Strahlen immer auf dieselbe senkrechte Ebene fallen, und die Ausladung der Kragsteine sich immer gleich ist, so müssen die Strahlen sich ebenfalls gleich bleiben.

Den Schatten des Rinnleistens findet man durch die Tangenten, welche auf der linken Seite an der Contur desselben gezogen sind; rechter Hand können aber die Schatten des Rinnleistens nicht auf dieselbe Weise gefunden werden, da der Rinnleisten eine andere Lage hat, man muß daher in den Rinnleisten einen vertikalen Durchschnitt parallel mit dem Lichtstrahl machen, und denselben im Aufrisse mit dem Lichtstrahl schneiden und tangentiren, wie in dem Durchschnitt r's' zu sehen ist. *Fig.* 2. giebt diese Durchschnitte deutlicher an, wo sie etwas größer dargestellt sind. Nämlich um den vertikalen Durchschnitt r's' zu machen, muß man im Grundrisse des Rinnleistens beliebige Linien wie uo, tp annehmen, welche auf der Oberfläche des Rinnleistens liegen, und dieselben in den Aufriß tragen; man ziehet nämlich aus den Durchschnittspunkten, welche die Linien mit der Gährung des Rinnleistens zy machen, senkrechte Linien in die Höhe und schneidet die Contur des Rinn-

leistens im Aufrisse, ziehet aus diesen Schnitten Parallelen mit ab, wie t′q, und aus q eine Parallele mit br′ wie qp′; auf dieselbe Weise sucht man die andere ou, und ziehet rs parallel mit dem horizontalen Strahl im Grundrisse. Alsdann trägt man r, o, p, s aus dem Grundrisse in die Höhe auf die correspondirenden Linien im Aufrisse, wodurch man den Durchschnitt r′ o′ p′ s′ erhält, an welchen man die Tangente und den obern Abschnitt aus r′ parallel mit dem vertikalen Lichtstrahl zieht, und den Schlagschatten, so wie auch den Grenzschatten bestimmt. Ziehet man ferner den Lichtstrahl bx aus dem Winkel b, und schneidet den Schlagschatten vom Riemchen auf dem Rinnleisten in x, so wird man sehen, daß erst in x der Schlagschatten der Linie ab endigt und der Schlagschatten von der Linie br′ (des andern geneigten Rinnleistens) anfängt, folglich der Theil cb von ab noch seinen Schatten auf vx wirft. Will man die Kurbe dieses Schattens vx genau finden, so ziehe man zwischen uo und tp, im Grundrisse, noch eine andere Linie, welche man ebenfalls in den Aufriß trägt, und zwischen bc einen andern Durchschnitt macht, wodurch man dann einen dritten Punkt erhält und die Kurbe bestimmen kann.

77ste Aufgabe.

Einen runden Giebel zu schattiren.

Fig. 3. Um die Schlagschatten des Bogens zu bestimmen, verfährt man auf dieselbe Weise, wie in der vorigen Figur. Sucht man nämlich den Schlagschatten des horizontalen Kranzleistens auf dem Friese durch den Strahl ab, ziehet aus beliebigen Punkten am Kranzleisten im Bogen die Strahlen cd, cd, gleich dem Strahl ab, so liegen diese Punkte d, d in der Linie des Schattens auf dem Giebelfelde, welche man unter einander verbindet. Wenn man den Mittelpunkt C hat, woraus die Bogen gezogen sind, so kann man aus diesen den vertikalen Lichtstrahl CD ziehen, und CD gleich ab nehmen, wo D der Mittelpunkt ist, aus welchem der Bogen des Schattens dd mit dem Radius Dd gleich CE gezogen wird, welcher der Schatten des Kranzleistens ist.

Um den Schlagschatten des Riemchens auf dem Rinnleisten zu finden, mache man sich verschiedene Durchschnitte in demselben wie rs und verfahre wie bei der vorigen Figur, wodurch man verschiedene Punkte des Schattens erhält, welche die Kurbe bestimmen. Man kann sich hierbei wieder des Mittelpunktes C bedienen, wie bei Aufsuchung des Schattens vom Kranzleisten; nämlich man nimmt ef,

trägt dieselbe von C nach F und beschreibt mit dem Radius Fg gleich CG aus F den Bogen fg des Schattens, welcher ungefähr durch die Punkte gehen wird, die wir durch die Durchschnitte gefunden haben. Auf dieselbe Weise kann man auch den Grenzschatten des Rinnleistens bestimmen.

78ste Aufgabe.

Den Schlagschatten eines Kragsteines, zum Beispiel in der korinthischen Ordnung, zu finden.

Fig. 4. Nach dem, was wir bis jetzt in der Schattenlehre gelernt haben, ist es nicht nöthig, diese Figur genau zu beschreiben, und hinreichend, wenn wir nur einige Punkte bemerken, da dann alle übrigen eben so gefunden werden. Man bemerke sich vorzüglich die Lage der Punkte, welche den Schatten werfen; so sind in der Seitenansicht a, b, c die Punkte, welche die krumme Linie der Rolle bestimmen, und in der Vorderansicht in den Punkten a′, b′, c′ liegen; ziehet man also die Lichtstrahlen aus der Seitenansicht aa, bb, cc u. s. w., und durch die Durchschnittspunkte dieser Linien mit dem Friese horizontale Linien, schneidet diese mit den Strahlen in der vordern Ansicht aus den correspondirenden Punkten, so wird man die Kurben des Schattens erhal-

ten, wie man in der Figur weiter nachsehen kann. Auch wird diese Figur, indem man sie zeichnet, dem Zeichner eine Uebung seyn, sich in die verschiedenen Linien und Schnitte finden zu lernen, in denen man sich leicht verwirren kann.

79ste Aufgabe.

Den Schlagschatten von einer Basis eines Pfeilers auf der Wand AB zu finden.

Taf. 21. *Fig.* 1. Die Schlagschatten des Pfeilers, des Riemchens und der Plinthe auf der Wand AB findet man auf die gewöhnliche Weise, indem man die Strahlen parallel mit der horizontalen Projektion des Lichtes aus den Ecken des Grundrisses bis auf die Wand, dann aus dieser senkrechte Linien in die Höhe ziehet, welche von den vertikalen Strahlen geschnitten werden u. s. w.

Betrachtet man den Pfuhl, so wird man gleich sehen, daß derselbe aus zwei halben Cylindern bestehet; nämlich in der vordern Ansicht aus dem halben Cylinder mean; und in der Seitenansicht aus dem halben Cylinder aeh, welche sich in ae schneiden; ersterer ist mit *Fig.* 6. und letzterer mit *Fig.* 5. *Taf.* 4. zu vergleichen, denn der Durchschnitt der beiden Cylinder ae wird in der vertikalen Projektion ein

Halbkreis $c' e' c''$ seyn, so wie der vertikale Durchschnitt ao, im Grundrisse, zur vertikalen Projektion denselben Kreis hat; folglich kann man die Tangente an diesem Kreise unter dem Winkel von 45° ziehen, wie wir es *Figur* 5. *Tafel* 4. gemacht haben, welche den obern Grenzschatten ch, im Grundrisse, auf dem Pfuhle angiebt, der zugleich den Schlagschatten auf die Wand wirft, und wovon die Tangente $c' d'$ die Zeichnung des Schattens auf der Wand ist. Hat man daher die Tangente gezogen, so ziehe man aus c, im Grundrisse, den Strahl cd bis an die Wand in d, aus d eine Senkrechte und schneide $c' d'$ in d'; zieht man ferner aus e im Grundrisse den Strahl ef aus f senkrecht in die Höhe, und aus e' im Aufrisse den Strahl $e' f'$, so ist f' ein anderer Punkt im Schatten; sucht man nun den Grenzschatten in der vordern Ansicht $c'' x$, und ziehet $c'' g$ parallel mit dem vertikalen Strahl, indem man dd' in g schneidet, so hat man drei Punkte, durch welche die Kurbe gezogen wird.

80ste Aufgabe.

Das Capitäl eines Pfeilers zu schattiren und den Schlagschatten auf der Wand zu finden.

Fig. 2. Da hier keine besondern Fälle vorkommen,

welche Schwierigkeiten veranlassen könnten, indem die Figur meistens aus geraden Platten zusammengesetzt ist, deren wir schon mehrere gezeichnet haben, so wird es hier keiner nähern Beschreibung bedürfen.

81ste Aufgabe.

Schlagschatten von freistehenden Säulen zu zeichnen.

Fig. 3. Es stelle die Figur einen Theil eines Portikus vor, dessen Säulen a, a vor der Wand AB stehen und ihren Schatten auf diese Wand werfen. Ziehet man aus dem Mittelpunkte der Säule a den horizontalen Strahl bis an die Wand AB in b, setzt in diesem Punkt eine Senkrechte bd auf AB, zieht aus a′ und c, dem untern und obern Mittelpunkte der Säule im Aufrisse, die Strahlen a′b′, cd, und durch d und b′ horizontale Linien; führt man alsdann die Tangenten an den Kreisen der untern und obern Säule im Grundrisse bis AB, ziehet die Durchschnittspunkte der Tangenten der untern Säule mit AB in die Höhe bis an die Linie b′e in e, e, die vom obern Kreis aber bis an die Linie df, und vereinigt die Punkte f, e mit einer Linie, so erhält man den Schlagschatten der Säule. Der Abakus wird eben so gesucht. Dann sucht man auch die Kreise, den des Wulstes und den der obern Säule,

damit man siehet, ob nicht der Schatten des Wulstes über den des Abakus hinaus gehe. Den Schatten des Architraves zu finden, ziehe man aus o parallel mit dem Lichtstrahl bis an den Schatten der Mittellinie der Säule, wo dann eine Horizontale gezogen wird, welche der Schatten ist.

In dieser Figur kann man sehen, daß, wenn der Schlagschatten von der Mittellinie der Säule gefunden ist, die übrigen Schlagschatten aus dem Aufrisse allein gefunden werden können. Soll z. B. der Schlagschatten des Abakus gefunden werden, so ziehe man aus den vier Ecken desselben die Lichtstrahlen durch die Mittellinie bh, und durch die Durchschnittspunkte horizontale Linien, wo dann diese die Strahlen links und rechts schneiden und den Schlagschatten bestimmen werden, wie in dem Viereck ghki zu sehen, welches der Schlagschatten der obern Fläche des Abakus ist; das darunter liegende Viereck ist der Schatten von der untern Fläche des Abakus. Auf dieselbe Weise kann man auch die Schlagschatten der verschiedenen Kreise, des Wulstes, der Riemchen, den der obern Säule u. s. w. finden, wie wir in der *Fig.* 4. deutlicher sehen können. In dieser Figur ist der Abstand der Mittellinie der Säule gegeben, welche AB ist, und es sollen die Schlagschatten der Kreise gefunden werden, welche die

horizontalen Durchschnitte im Wulste, Riemchen und der Säule machen. - Wir wollen nur mit einem der Kreise anfangen und zeigen wie er leicht gefunden wird, da die übrigen dann eben so gefunden werden. Es sey ab der obere Kreis vom Wulste, und c der Mittelpunkt; zieht man aus a, c, b die Lichtstrahlen aa', cc', bb'd, durch die Linie AB, und durch die Durchschnittspunkte b', c', a' die horizontalen Linien b'e, gc'f, a'id, so hat man vier Punkte h, g, i, f, durch welche die Ellipse gehet; auf dieselbe Weise lassen sich mehrere Punkte in der Ellipse finden, wenn sie genauer bestimmt werden soll, wie in der Construktion der Figur zu sehen ist.

82ste Aufgabe.

In einem Bogengang die Schlagschatten der Bogen zu bestimmen.

Taf. 22. *Fig.* 1. Im Grundrisse sind A und B die Bogen, oder die Gurtgewölbe; man suche zuerst den Schlagschatten des Bogens A. Die Linie 4.4. und uv sind die Halbkreise, welche den Schlagschatten werfen; suchen wir zuerst den Halbkreis 4.4., welcher im Aufrisse in der Linie 4'.1'. liegt; nehmen wir in dieser letzten Linie willkührliche Punkte 2'. und 3'. an, und ziehen aus diesen Punkten die horizontalen Linien 2'. a, 3'. b, so werden diese den

Bogen 4″.2″.1″. in 2″.3″. schneiden; theilen wir im Grundrisse die Linie 4.4. in zwei gleiche Theile in 1., so ist dieser Punkt der oberste Punkt des Kreises; nehmen wir nun im Aufrisse a2.″, b3″. und tragen sie in den Grundriß von 1. nach 2. und von 1. nach 3., nach beiden Seiten, ziehen aus diesen Punkten die horizontalen Lichtstrahlen 1.c, 2.e, 3.g, bis an die Wand, errichten die senkrechten Linien cd, ef, gh aus diesen Punkten, und schneiden diese mit den vertikalen Strahlen 1′.d, 2′.f, 3′.h im Aufrisse; so auch die beiden Endpunkte des Halbkreises 4., 4. im Grundrisse, wovon im Aufrisse k, k die Schatten sind; verbindet man nun die Punkte khf dfhk, so hat man den Schlagschatten des Bogens der Linie 1′.4′. Sucht man den Schlagschatten von uv auf dieselbe Weise, so siehet man wie die Bogen sich kreuzen und einer den andern deckt. Nun suche man die Schatten des Pfeilers sammt dem des Kämpfers; alsdann ziehe man aus den Mittelpunkten des Bogens B im Grundrisse z und y die Strahlen zr, ys, aus s, r, senkrecht in den Aufriß, und schneide diese beiden Linien mit dem Strahl aus x gezogen (dem Mittelpunkte des Bogens im Aufrisse) in y′, z′, beschreibe nun aus diesen Punkten, mit dem Radius des Bogens, die Halbkreise o′p′, m′n′, und ergänze den Schatten wie die Figur zeigt.

83ste Aufgabe.

Der mittlere Durchschnitt eines Gurtbogens mit Pfeiler ist im Grund- und Aufrisse gegeben; die Schlagschatten im Bogen und auf der vertikalen Wand zu finden.

Fig. 2. azyr ist der halbe Gurtbogen im Grundrisse und yhar der Aufriß desselben Bogens, yf'' b''a' die Seitenansicht des Bogens in die vertikale Ebene umgelegt. Theilt man diesen Bogen in zwei gleiche Theile in e'' und ziehet e''c horizontal, so ist e der Anfang des Schattens, welchen ein Theil des Stückes des Bogens ea in sich selbst wirft. (Diesen könnten wir nun suchen, wie wir ihn in *Fig.* 1. *Taf.* 7. gesucht haben, wir wollen ihn aber hier auf eine andere Weise finden, da man oft genöthigt ist, vorzüglich in der Perspektive, denselben auf diese Weise, wie wir zeigen werden, aufzusuchen.) Nimmt man also im Aufrisse zwischen e und a beliebige Punkte an, wie d, c, b, und zieht aus diesen Punkten die horizontalen Linien dd', cc', bb', so werden diese Linien das Profil des umgelegten Bogens in d'', c'', b'' schneiden; nimmt man die Länge der Linien d' d'', c'c'', b'b'', und trägt sie im Grundrisse auf die Linie ar, von a nach d, von a nach c und nach b, so

liegen diese Punkte senkrecht unter den Punkten im Aufrisse, oder sind die horizontale Projektion der Punkte des Aufrisses. Zieht man aus diesen Punkten b, c, d u. s. w. Parallelen mit az, und aus denselben Punkten parallele Linien mit dem Lichtstrahl, so werden die letztern die ersten schneiden, welche Schnitte in den Aufriß senkrecht auf die correspondirenden Linien des Bogens aufgetragen werden. Z. B. der Strahl ck schneidet dn in 1.; trägt man diesen Punkt senkrecht in die Höhe in den Aufriß auf dn in 1., so schneidet dieser Strahl ferner die Linie ei in 2. und fk in k, welche Punkte ebenfalls senkrecht in die Höhe gezogen werden, auf die Linie ei in 2. und auf die Linie fk in k; durch diese drei Punkte ziehet man den Durchschnitt c1.2.k, welchen man mit dem vertikalen Strahl aus c gezogen in k schneidet, welcher Punkt ein Punkt des Schattens ist. Sucht man noch einen Durchschnitt aus dem Punkte d, so erhält man drei Punkte, nämlich e, o, k, durch welche die Kurbe des Schattens bestimmt wird. Da der Punkt c im Aufrisse der letzte im Bogen ist, welcher den Schatten in die Wölbung wirft, so muß das Stück ca des Bogens seinen Schatten auf die Wand werfen. Man ziehe also im Grundrisse aus a, b, c die Strahlen au, bp, cl bis an die Wand, und aus den Punkten l, p, u, senk-

senkrechte Linien in den Aufriß, und schneide diese Linien mit den Strahlen aus a, b, c in m, q, s, welche die Kurbe des Schattens von dem Stück des Bogens ac auf der Wand bestimmen. Ziehet man aus s die st parallel mit ah, und schneidet diese mit dem Strahl ht, so ist st der Schatten von ah; führet man tx senkrecht, schneidet diese mit vx und ziehet aus x eine Parallele mit vw, so ist der Schatten von wvhac auf der Wand bestimmt.

Es bleibt nun noch der Theil des Bogens ky und der Pfeiler zu suchen übrig. Nehmen wir also im Grundrisse in der Linie zy, die Punkte y, g, 4., welche im Aufrisse in der Linie yh, in y, g, 4., liegen; ziehen wir daher die horizontalen Lichtstrahlen im Grundrisse aus den Punkten y, g, 4. bis an die Wand, setzen senkrechte Linien auf diese Durchschnittspunkte und schneiden mit den vertikalen Strahlen aus 4. g, y, gezogen in y', 3'., 4'., so erhalten wir den Schatten des Bogens yg4. Zeichnen wir noch den Schlagschatten des Pfeilers, wie wir schon öfters gethan haben, so ist der Schlagschatten ergänzt.

Man kann auch den Bogen yzab''f''g' in den Grundriß auf der Linie yz umlegen und die Eintheilung machen, wie wir es im Aufrisse gemacht haben, alsdann sind es die Höhen zg', zf', ze'

u. s. w., welche man in den Aufriß auf r nach a aufträgt, und dann die Linien fk, ei, dn u. s. w. ziehet, im Uebrigen aber ganz so verfährt wie wir verfahren haben.

84ste Aufgabe.

Die Schlagschatten auf Treppen zu finden. 1. Freitreppen.

Taf. 23. *Fig.* 1. ist der Grund- und Aufriß von zwei Treppen mit horizontalen Wangen gegeben, welche von zwei verschiedenen Seiten aufsteigen. LM, LN sind die Projektionen der Lichtstrahlen. Man ziehe MN senkrecht auf Lv, NO gleich vM senkrecht auf LN und ziehe OL. (Diese Projektion der Lichtstrahlen gilt auch bei allen übrigen Figuren, welche sich auf dieser Tafel befinden.)

Im Grundrisse wird der Schlagschatten von der Wange, welche gleiche Höhe mit der Treppe hat, auf dieselbe geworfen. Man ziehe den Strahl AC parallel mit LN, setze in A auf AC eine Senkrechte AB gleich der Höhe der Treppe ab (im Aufrisse), und aus B die BC parallel mit LO; nun trage man die Höhen der Stufen auf AB, wie A 1.2.3.4.5.6., ziehe aus diesen Punkten parallele Linien mit AC, und aus den Durchschnittspunkten der AC mit den Stufen im Grundrisse c, e, die

senkrechten cd, ef, und man erhält das Profil, oder den senkrechten Durchschnitt der Treppe ecA1.df auf AC, parallel mit dem Lichtstrahl, in die horizontale Ebene umgelegt; der Strahl BC wird die dritte Stufe in f treffen, und e wird die horizontale Projektion von f seyn; folglich ist Ae der Schlagschatten der Kante der Wange, oder der senkrechten Linie AB (aufgerichtet), und die horizontale Linie AD wird hier anfangen, ihren Schlagschatten auf die übrigen Stufen zu werfen. Ziehet man nun aus den Punkten in der Linie BC, wo die Höhen der Stufen diese schneiden, nämlich aus g, h, i, f, Senkrechte auf AC, so erhält man die Punkte g′, c, i′, e; man ziehet ferner aus diesen Punkten parallele Linien mit AD, wie g′g″, c′c″, i′i″, e′e″, welche die Schlagschatten auf den vier Stufen sind.

Um die Schlagschatten im Aufrisse zu finden, ist zu bemerken, daß im Grundrisse der senkrechte Durchschnitt der Treppe auf AC die zweite und dritte Stufe, und in den Punkten c, e die Steigung ebenfalls senkrecht schneidet, folglich muß der Schlagschatten auf der Steigung dieser zwei Stufen auch senkrecht seyn. Man ziehe also c und e senkrecht in den Aufriß in c, e, welches der Schlagschatten von ab ist. Ferner ist der Schlagschatten von AD im Grundrisse auf den Auftritten der Stufen parallel mit

dieser Linie; also muß der Schlagschatten auf der Steigung von e'' nach o gehen und in der Projektion des Lichtstrahls liegen; zieht man folglich im Aufrisse b e parallel mit ML, so wird diese Ebene, welche durch das Licht gehet, die Steigungen schneiden und der Schatten seyn.

Will man dieses sich begreiflich machen, so sehe man die perspektivische Zeichnung *Fig.* 2., wo man die Steigung und Auftritte zugleich siehet, und auch die Lagen der Schlagschatten unter einander vergleichen kann.

Man kann auch aus den Durchschnittspunkten, welche die Linie b e (im Aufrisse) mit den Stufen macht, senkrecht herab in den Grundriß ziehen, nämlich aus g nach g'', aus c nach c'' u. s. w. Um es noch kürzer zu machen, nehme man die Höhe der Stufen a1. und trage sie von D nach g'' einmal, von k nach c'' zweimal, von l nach i'' dreimal und von i nach e'' viermal, und ziehe aus diesen Punkten Parallelen mit AD, bis e''e den Strahl AC in e erreicht.

Zieht man auf der Seitentreppe den Strahl EF parallel mit LN, und macht dasselbe Dreieck wie ABC, so werden wir dieselben Punkte in EF erhalten, wie wir sie in AC haben; nämlich g', c', i', e' u. s. w., aus welchen Punkten wir Paralle-

len gg', cc', ii', mit HE auf die correspondirenden Stufen ziehen, welche den Schlagschatten der Wange bilden. Die Breiten der Schlagschatten sind der Höhe der Stufen gleich. Der Punkt F ist zugleich der Schlagschatten von der Wange E auf der horizontalen Ebene; ziehet man aus F eine Parallele mit HE und IE, und aus I eine Parallele mit EF, so hat man den Schlagschatten der Wange.

85ste Aufgabe.

2. Eine Treppe mit schräger Wange.

Fig. 3. ist AB der Grundriß und ab der Aufriß einer Treppe, wovon die Wangen mit den Kanten der Stufen gleich laufen. Die Schlagschatten, welche die Wange auf die Stufen wirft, zu finden, ziehe man aus c den Strahl cd parallel mit LN, setze auf cd in c eine Senkrechte ce gleich der Steigung der Stufen, aus e den Strahl ed parallel mit LO und verbinde f mit d, und fg ist der Schlagschatten von fc der Wange. Denn ce ist die Höhe der Stufe auf cd aufgerichtet, und c wirft seinen Schlagschatten auf die verlängerte Fläche des Auftrittes fg in d. Die übrigen Schlagschatten ziehe man parallel mit fg. Die Schlagschatten von der Wange im Aufrisse zu finden, ziehe man aus g im Grundrisse senkrecht in die Höhe in den Aufriß,

schneide den Auftritt in g', und ziehe hg', welches der Schlagschatten ist.

86ste Aufgabe.

3. Dieselbe Treppe, wie die vorige, in einer andern Lage.

Fig. 4. Zieht man den Strahl ab parallel mit LN und macht ab gleich der Diagonale des Quadrates der Steigung der Stufe, zieht bd parallel mit ae und verbindet c mit b, so ist der Schatten gefunden. Oder man ziehet ab parallel mit NL, nimmt ed gleich der Höhe der Stufe, und ziehet db parallel mit ae, und verbindet c mit b.

87ste Aufgabe.

4. Auf einer Wendeltreppe die Schlagschatten zu finden.

Fig. 5. Der Grundriß ABC, in welchem die Wange an den Kanten der Stufen fortläuft, wie im Aufrisse zu sehen ist, wo die Wange an den Ecken der Stufen in d' e' f' anstößt. Im Grundrisse ist D als die oberste Stufe angenommen, von welcher man auf die zweite E, dritte F, G. u. s. w. hinabsteigt, wie es der Aufriß zeigt.

Den Schlagschatten, welchen eine Stufe auf die andere wirft, zu finden.

Zieht man durch den Mittelpunkt der Treppe C den Strahl ACH parallel mit LN, setzt in C auf CH eine senkrechte Linie Ca so hoch als die Höhe einer Stufe oder der Steigung ist, und zieht aus a, ab parallel mit LO, so erhält man den Punkt b; will man nun den Schlagschatten der Kante gh der ersten Stufe D auf der zweiten E finden, so ziehe man aus b eine parallele Linie mit gh auf der Stufe E, welche der Schlagschatten seyn wird. Die zweite Stufe E wirft ihren Schatten auf die dritte F, welcher eben so gefunden wird; man ziehet aus b eine Parallele mit der Kante der Stufe E auf der Stufe F, welche der Schlagschatten ist. Auf dieselbe Weise suche man auch die übrigen.

Die Schlagschatten von der Wange auf den Auftritten zu finden.

Zieht man aus irgend einer Stufe, wo die Kante der Stufen die Wange trifft, wie in c den Strahl ce parallel mit LN, setzt auf ce in c eine Senkrechte cd gleich der Steigung der Stufe, und zieht de parallel mit LO, so wird die Linie cd (aufgerichtet) ihren Schatten auf ce, auf die verlängerte

Ebene der Stufe x werfen, in f stößt die Wange an die Kante der Stufe x, wo der Schatten also anfängt; man ziehe nun die Krumme fe, welche der Schlagschatten seyn wird. Wir brauchen wohl hier nicht zu bemerken, daß, wenn die Krumme genau bestimmt werden soll, man noch auf dieselbe Art einen dritten Punkt, wie z. B. in l in der Wange annehmen und suchen kann. Ziehet man nun ferner aus den andern Punkten f, wo die Kanten an die Wange stoßen, wieder Strahlen fi parallel mit ce, macht fi so lang als ce und verbindet o mit i durch die krumme Linie, so erhält man die Schlagschatten der Wangen auf allen Stufen.

Auf den Stufen E, F, G, auf welche die Schlagschatten der Kanten der Stufen fallen, braucht man nur die Linie fi mit NL parallel zu ziehen, und die Linie des Schlagschattens in i zu schneiden; dieses ist der Punkt, welcher mit o die Krumme bildet.

Die innere Wange wird ihren Schlagschatten jenseits, auf dieselbe Weise wie die äußere, werfen, nur mit dem Unterschiede, daß die krumme Linie des Schattens nach außen gebogen ist.

88ste Aufgabe.

Auf einer Wendeltreppe, welche mit einem Treppenhause umgeben, und in

der Mitte eine Spindel hat, die Schlagschatten von Treppenhaus und Spindel zu finden. *Fig.* 6. 1. Den Schlagschatten vom Treppenhause auf den Stufen zu finden.

Die Stufen der Treppe seyen ganz wie in der vorigen Figur, nämlich D sey die oberste Stufe, von welcher man nach E, F hinab gehet. Das Treppenhaus, welches aus einem hohlen Cylinder bestehet, ist etwas über der obersten Stufe erhaben und horizontal abgeschnitten. Wenn wir den Aufriß der vorigen Figur annehmen (welcher unter dieser Figur gezeichnet ist), als gehöre er zu dieser Figur, so wäre der obere Abschnitt des Cylinders die punktirte Linie xz und die erste Stufe yd', also xy die Höhe des Cylinders über der ersten Stufe. Um nun den Schlagschatten von diesem Cylinder auf den Stufen zu finden, ziehe man durch den Mittelpunkt der Treppe C den Strahl ACH parallel mit NL, errichte im Mittelpunkte C eine senkrechte Linie Cd gleich yx (die Höhe des Cylinders über der ersten Stufe) auf AH, ziehe aus d, die d1. parallel mit LO, und beschreibe aus 1. als Mittelpunkt mit einem Radius gleich CA den Bogen e, welches der Schlagschatten auf der ersten Stufe ist.

Nimmt man ferner die Höhe der Stufe, trägt sie

aus C nach a, und zieht ab parallel mit LO, so erhält man den Punkt b; man nehme nun die Länge von Cb und trage sie aus 1. nach 2.3.4.5.6.7.8.9. als gleiche Theile unter sich, auf die Linie CH; beschreibe nun aus diesen Punkten mit dem Radius CA die Bogen f, g, h u. s. w., nämlich aus 2. den Bogen f, aus 3. den Bogen g und so fort, welche die Schlagschatten des Cylinders auf den Stufen angeben.

2. Den Schlagschatten der Spindel auf den Stufen zu finden.

Man ziehe am Umfange der Spindel die Tangenten nk, lm, parallel mit LN, welche den Schlagschatten auf den Stufen bestimmen. Will man nun sehen, ob die obere Fläche der Spindel IIn ihren Schatten noch auf die Stufen wirft, so zähle man die Stufen von D nach k, welches hier die elfte Stufe ist; nimmt man den Radius CI der Spindel und beschreibt mit demselben aus dem Punkte II. den Halbkreis hH, so würde dieser der Schlagschatten auf der Fläche der elften Stufe seyn, wenn sie so weit verlängert wird. Da diese aber in k durch den Cylinder des Treppenhauses beendet ist, so wird dieser Schlagschatten von demselben aufgefangen, und folglich nicht mehr auf die Stufen fallen. Der Bo-

gen tr, aus 12. gezogen, würde auf die zwölfte Stufe fallen, wenn sie so weit verlängert würde.

Die Schlagschatten von einer Stufe auf die andere werden wie in der vorigen Figur gesucht; nämlich b ist der Punkt, aus welchem die Schlagschatten parallel mit den Kanten der Stufen gezogen werden.

Von den Reflexen oder den Wiederscheinen.

Bisher haben wir das Licht nur als Mittel betrachtet, die Gegenstände auf dem direkten Wege zu erleuchten, und hauptsächlich uns mit den Conturen der Schatten beschäftigt, auch die Schatten als Massen behandelt; um aber die Gegenstände im ganzen Relief darzustellen, so wie sie uns erscheinen, müssen wir auch die Abstufungen nicht allein im Lichte, sondern auch im Schatten kennen lernen. Vom erstern haben wir bereits Mehreres gesagt, vom letztern bleibt es uns noch übrig, die Sache näher zu betrachten, denn es ist nicht das direkte Licht allein, welches auf die Gegenstände wirkt, sondern auch die Wiederscheine von andern erleuchteten Flächen oder Körpern, welche bei der Anlegung der Schatten beobachtet werden müssen.

Früher haben wir schon vom Reflex eines Lichtes in der 4ten Aufgabe gesprochen, wo ein lichter Punkt auf einer polirten Ebene sich spiegelt. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, daß, wenn ein Strahl des Lichtes auf eine polirte Ebene fällt, wie diejenige eines Spiegels oder Wassers, so wird derselbe unter dem nämlichen Winkel, worunter er auf die Fläche einfällt, wieder zurück geworfen, das heißt, der Einfallswinkel ist dem Reflexionswinkel gleich. Wenn in *Fig.* 1. *Taf.* 24. a ein lichter Punkt, cd der Spiegel und e das Auge ist, so wird der lichte Punkt a von dem Auge e auf dem Spiegel in dem Punkte b gesehen, wo der Winkel abc dem Winkel ebd gleich ist (oder abg = ebg). Rückt das Auge weiter hinweg nach h, so wird dieser lichte Punkt a in f gesehen werden, wo der Winkel afc dem Winkel hfd gleich ist; und so mag sich die Lage des Auges verändern wie sie will, immer wird der Reflex sich nach diesem Gesetz auf der ganzen Ebene zeigen, woraus folgt: daß das reflektirende Licht von einer Ebene sich nach allen Richtungen ausbreitet, und die Gegenstände eben so erleuchtet, als das Licht selbst, nur in einem schwächern Grade. Die Linie gb heißt alsdann die Einfallsperpendikel, stehet senkrecht auf dem Spiegel, und befindet sich immer in der Ebene der beiden Winkel.

Durch dieses reflektirende Licht sind wir im Stande, die Gegenstände, welche sich im Schatten befinden, noch deutlicher zu unterscheiden, denn wären diese Wiederscheine nicht vorhanden, so würden wir, wenn wir uns nicht unmittelbar in den Lichtstrahlen befänden, in einer gänzlichen Finsterniß seyn. Wenn also das Licht einen undurchsichtigen Körper trifft, so werden die Lichtstrahlen an seiner Oberfläche gebrochen und reflektirend zurück geworfen, indem sie eine andere Richtung annehmen; diese Richtung ist den nämlichen Gesetzen, wie das Licht selbst, unterworfen, und die Strahlen werden sich in geraden Linien fortpflanzen. Da aber die Oberflächen der Körper, worauf das Licht fällt, nie als vollkommen polirte, sondern als unregelmäßige Ebenen zu betrachten sind, so wird ein Theil der Strahlen nicht vollkommen reflektirt, und dadurch das reflektirende Licht immer schwächer werden, als das Licht selbst; der erste reflektirende Strahl wird also schwächer als das Licht seyn, der zweite schwächer als der erste, und so fort bis sich der Reflex gänzlich verliert.

Anwendung dieses Grundsatzes auf die Körper.

Fig. 2. Wenn ABD der Grundriß eines Cylinders ist und die Lichtstrahlen aA, bc, de u. s. w. als die horizontale Projektion angenommen werden,

so treffen diese Strahlen den Cylinder in den Punkten A, c, e, g, und werden in B und D tangentiren; der Theil BAD wird also erleuchtet, der Theil BED im Schatten, und DqpB der Schlagschatten auf der horizontalen Ebene seyn, wie wir schon oben bemerkt haben. Ziehen wir durch die Einfallspunkte c, e, g, aus dem Mittelpunkte des Cylinders C die Radien und verlängern sie nach h, i, k, so werden ch, ei, gk die Catheten oder Einfallsperpendikel seyn, und die Linien cl, em werden gleiche Winkel mit diesen Catheten und den einfallenden Strahlen bilden, folglich das reflektirende Licht vorstellen. Der Strahl Aa wird in sich selbst mit der ganzen Stärke des Lichtes reflektiren; der Strahl be wird weniger als der erste, der Strahl de weniger als der vorige u. s. w. reflektiren, bis der Reflex in B Null wird, denn je größer die Winkel bcl, dem werden, je schwächer wird die Reflexion seyn. Hiernach läßt sich also auch die Stärke des Lichtes bestimmen, und ist das nämliche, was wir früher von den einfallenden Lichtstrahlen auf Oberflächen gesagt haben: daß nämlich das Licht abnimmt, so wie die Winkel der einfallenden Strahlen mit der Oberfläche, auf welche sie fallen, spitzer oder stumpfer werden (man sehe die 3te Aufgabe); denn je weniger Licht auf eine Oberfläche fällt, desto weniger kann es reflektiren.

Von dem Reflex im eignen Schatten des Cylinders.

Da die Seite BED des Cylinders sich im Schatten befindet, so muß sie von dem reflektirenden Lichte erhellet werden; es fragt sich also, in welchem Punkte ist die Schattenseite BED am hellsten, und in welchem Punkte am dunkelsten? Nehmen wir an, rpqs sey eine Wand oder Mauer, so wird der Theil pq derselben im Schlagschatten vom Cylinder, und folglich des Lichtes beraubt, die Theile rp, qs der Mauer aber erleuchtet seyn, und ihr Reflexlicht auf den Cylinder in BED werfen; setzen wir ferner, daß diese Mauer keine ganz vollkommene polirte Ebene sey, sondern aus kleinen Ungleichheiten bestehe, wie etwa die kleinen Cylinder, n, n; m, m vorstellen. Ziehen wir nun die Lichtstrahlen parallel mit aA auf die Wand, so werden die reflektirenden Strahlen einen Winkel von 45° mit der Wand bilden. Um nun die Punkte auf den kleinen Cylindern zu finden, welche unter demselben Winkel reflektiren, ziehe man aus den Mittelpunkten dieser Cylinder die Linien no, no′, welche einen Winkel von $77\frac{1}{2}^{\circ}$ mit der Mauer, oder Linie rs bilden, und der Punkt wird da seyn, wo diese Linien den Kreis in t und t′ schneiden; wir werden also zwei Punkte t, t′ in dem

Kreise erhalten, wo die Strahlen unter demselben Winkel reflektiren, den einen unter- den andern oberwärts, und die Linien to, t'o' würden die Einfallsperpendikel seyn. Ziehen wir auf die Punkte t, t' die einfallenden Lichtstrahlen vt, v't', und aus t, t' die reflektirenden Strahlen tu, t'w', so erhalten wir die beiden Richtungen der Reflexe, wovon der Strahl tu auf den Cylinder fällt, der andere t'w' aber sich davon entfernt. Verfahren wir mit den übrigen Kreisen n, n auf dieselbe Weise und suchen nur die Strahlen tu, so erhalten wir eine Anzahl dieser Strahlen, welche den Cylinder in BEG treffen. Auf der andern Seite des Schattens in qs werden dieselben Reflexe Statt finden, nur daß sie von t' nach w' reflektiren, und wir werden dieselbe Anzahl von reflektirenden Strahlen, als die erstern, erhalten, welche den Cylinder in DE ebenfalls treffen. Hier sehen wir nun, daß nahe an B und D, an den Grenzschatten, die reflektirenden Strahlen den Cylinder nur von einer Seite treffen, nämlich die Strahlen aus den kleinen Cylindern n, n werden nahe an B nur allein auf den Cylinder reflektiren, denn die andern Strahlen, aus m, m gezogen, gehen schon bei F vorbei; dasselbe ist auch nahe bei D der Fall, wo die Strahlen aus n am Cylinder in G streifen; dahingegen erhält der Theil von G nach E und von F

nach

nach E die Strahlen von beiden, folglich doppelt so viel; wir sehen also, daß in den Punkten D, B das wenigste, und in E das größte Reflexlicht ist, also in D und B die dunkelste und in E die hellsten Stellen sind.

Nimmt man in der Wand noch andere Ungleichheiten an, welche unter andern Richtungen als die vorigen reflektiren, so werden die reflektirenden Strahlen sich vermehren und ebenfalls den Cylinder wie die vorigen treffen (*Fig.* 3.), und gegen E die meisten Strahlen werfen; mag man auch die Strahlen in allen Richtungen auf den Theil des Kreises BED ziehen, so wird immer die größte Anzahl derselben auf den Punkt E fallen, welcher also am hellsten ist.

Das hellste Licht und die Stärke der Reflexe im Schatten eines halben hohlen Cylinders zu bestimmen.

Die 4te Figur stelle den Grundriß eines halben hohlen Cylinders vor, so wird man den lichtesten Punkt finden, indem man aus dem Mittelpunkte c den Lichtstrahl auf den Cylinder in b ziehet, die übrigen Punkte werden in demselben Verhältniß an Stärke abnehmen als in der vorigen Figur auf der äußern Oberfläche des Cylinders. Ziehet man den

Strahl de, so wird der Theil dfe sich im Schlagschatten befinden, wovon in e der dunkelste und in d der hellste Punkt seyn wird. Denn nehmen wir an, daß nur der beleuchtete Theil des Cylinders ebg auf den sich im Schatten befindenden Theil efd reflektirt, und setzen zugleich die Unebenheiten in der Fläche ebg zum voraus, so daß diese unter allen Winkeln oder Richtungen ihre Reflexe in den Schatten werfen, so werden wir wieder sehen, daß die meisten dieser Strahlen gegen den Punkt d reflektirt werden, und was noch mehr ist, so werden diese Strahlen gegen d sich mehr dem rechten Winkel nähern, dahingegen die Strahlen gegen e immer spitzwinkliger einfallen, und folglich in e die dunkelste, in d aber die hellste Stelle seyn wird.

In einem Rinnleisten die dunkelste und helleste Stelle in dem beschatteten Theile zu finden.

Fig. 5. Die Form dieses Rinnleistens bestehet in zwei Viertelskreisen, welche aus den Mittelpunkten c und d gezogen sind. Ziehet man die vertikale Projektion des Lichtstrahles ab durch den Punkt i, so wird das Rinnchen seinen Schlagschatten bis auf die Linie be auf den Rinnleisten werfen, welcher von den Reflexen wieder erleuchtet wird. Wenn AB die

Projektion des Lichtstrahles mit dem Horizont einen Winkel von 45° bildet, und der Einfallsperpendikel BD senkrecht auf den Horizont ist, so ist BE die Reflexion dieses Strahles, in dem der Winkel ABD dem Winkel EBD gleich ist. Führet man nun mehrere reflektirende Strahlen mit EB parallel auf den Rinnleisten, so wird der Strahl, durch den Mittelpunkt c gezogen, die hellste Stelle in diesem Schlagschatten in f angeben, weil dies der einzige Strahl ist, der den Kreis unter einem rechten Winkel trifft; die übrigen Punkte, wie g, h, i, b, welche von den reflektirenden Strahlen getroffen werden, werden immer dunkler, je mehr sie sich von f entfernen, weil die Einfallswinkel immer spitziger oder stumpfer werden; in b und in i werden daher die dunkelsten Stellen seyn.

Ziehet man nun die Tangente kl parallel mit dem Lichtstrahl an den convexen Kreis, so wird m der Grenzschatten seyn, und nach n und o dunkler werden, weil die Strahlen hier spitzwinkliger einfallen. Das Riemchen unter dem Rinnleisten wird wieder etwas dunkler als die Punkte n und o seyn, weil die Strahlen einen noch spitzern Winkel mit der Oberfläche desselben bilden.

Es ist hierbei zu bemerken, daß auch der beleuchtete Theil, zwischen eb und dem Grenzschatten m,

in den Schlagschatten reflektirt, und vorzüglich von b nach i und h seine reflektirenden Strahlen wirft, dahingegen auf die Punkte f, g die Strahlen, welche man aus dem erleuchteten Theile ziehen kann, sehr spitzwinklig einfallen, folglich der Theil hi gegen i wieder heller wird. Dasselbe ist auch der Fall in den untern Punkten o, n, wo das Licht auf dem Riemchen noch nach o, n reflektirt und folglich der Grenzschatten in m am dunkelsten wird. Dieses haben wir bei dem Rinnleisten *Taf.* 19. beobachtet.

Wenn sich der Rinnleisten ganz im Schatten befindet, die dunkelsten und hellsten Stellen zu suchen.

Nach dem Vorhergehenden werden wir ohne Schwierigkeiten einsehen, nachdem die reflektirenden Strahlen, nach obiger Anweisung, gezogen sind, daß die hellsten Stellen in b und e sich befinden, welche Punkte die Strahlen, aus den Mittelpunkten c und g gezogen, angeben; die dunkelsten werden i, d, f seyn und sich nach und nach in die hellesten Stellen verlieren.

Hierbei ist nun freilich wieder zu bemerken, daß die reflektirenden Strahlen von dem Fußboden, worauf das Gebäude stehet, ausgehen, oder doch wenigstens so angenommen sind, allein wenn wir in der Wirk-

lichkeit ein solches Gesimse betrachten, welches sich im Schatten und nicht ganz nahe am beleuchteten Fußboden befindet, so ist es umgekehrt schattirt; nämlich in d, wo es hier dunkel ist, wird es heller seyn, in b und e aber anfangen, nach i und f dunkler zu werden. Die Ursache davon ist die Luft, welche die Gegenstände durch ihre Reflexe hauptsächlich erleuchtet. Die Hauptmasse der Luft befindet sich über den untern Ansichten der horizontalen Ebenen, und kann daher gar nicht auf dieselben reflektiren, denn der Theil der Luft, welcher sich unter diesen Ebenen befindet, kann gegen die große Masse über ihnen nicht in Betracht gezogen werden, dahingegen noch ein beträchtlicher Theil dieser Reflexe auf die senkrechten Ebenen fällt; folglich sind alle untere Ansichten, welche sich den horizontalen Ebenen nähern, dunkler als diejenigen, welche sich den senkrechten Ebenen nähern. Denn die Luft wirft von vorspringenden Theilen (z. B. von einer horizontalen Platte) auf eine senkrechte Ebene ebenfalls noch einen unbestimmten Schlagschatten, daher sind die Theile auf einer senkrechten Ebene, worüber eine Platte liegt, nahe an derselben wieder dunkler als die untere Ansicht der Platte.

Man kann also die Luft als eine große Masse von Licht betrachten, die ihre Strahlen nach allen

Seiten hin ausbreitet, und da, wo die meisten Strahlen auf eine Ebene fallen, wird sie am hellsten seyn. Z. B. auf die obere Ansicht einer horizontalen Ebene wird das meiste Licht fallen, weil die Halbkugel der Luft ganz darauf reflektirt, dahingegen eine senkrechte Ebene nur von einem Viertel der Kugel erleuchtet, also halb so stark als die vorige ist, die untere Ansicht einer horizontalen Ebene aber gar kein Licht erhalten kann, weil sie von der Halbkugel der Luft abgewandt ist. Der Rinnleisten mußte also wie in *Fig.* 7. schattirt werden; denn ziehet man aus allen Richtungen die reflektirenden Strahlen der Luft auf den Rinnleisten, so werden in d die meisten und in i und f die wenigsten Strahlen aufgefangen werden; der Theil unter f auf dem Riemchen wird wieder etwas dunkler als der Theil über f im Rinnleisten, weil der Theil fd einen Schlagschatten auf das Riemchen wirft, wie die gezogenen Strahlen andeuten.

Anmerkung.

Um einen gewissen Effekt in den architektonischen Zeichnungen hervorzubringen, legt man die beleuchteten zurücktretenden senkrechten Ebenen immer im Verhältniß mit den vordern etwas dunkler an, um die vordern oder vorspringenden Ebenen hervorzuheben und die zurücktretenden mehr zu entfernen; wie

z. B. in dem dorischen Gebälke (*Taf.* 19.) der Kranzleisten heller ist als der Architrav, und dieser heller als die Metope u. s. w. Da nun diese Ebenen unter sich parallel sind und die Lichtstrahlen unter demselben Winkel einfallen, auch die Abnahme des Lichtes, in Ansehung ihrer geringen Entfernung von einander, da das Licht als unendlich entfernt angenommen ist, nicht in Anschlag gebracht werden kann, so müßten sie auch gleiches Licht erhalten, und folglich wäre die Art, dieselben Flächen immer dunkler zu machen, je weiter sie sich entfernen, unrichtig; denn hat man viele solcher Flächen hinter einander, so müßten nach dieser Weise die letztern ganz schwarz werden. Da es aber kein anderes Mittel giebt, die Flächen von einander zu unterscheiden, als durch Anlage von leichten Tönen, so hat man sich sehr in Acht zu nehmen, diese senkrechten Ebenen im Lichte nicht zu dunkel zu machen, damit die Zeichnung nicht rusicht wird. Dasselbe ist auch bei schrägen oder geneigten Ebenen zu bemerken, welche nach hinten zu dunkler angelegt, und nach vorn verwaschen oder heller werden, damit die Neigung sichtbar ist.

Auch tritt der Fall sehr oft ein, daß in einem Aufrisse ein Theil des Gebäudes vor dem andern bedeutend hervortritt, und folglich müßte der zurücktretende Theil auch bedeutend dunkler werden, wel-

ches doch aus obigen Ursachen nicht anwendbar ist; man hilft sich daher damit, daß man das Ganze, vorzüglich aber die beschatteten Theile, in den zurücktretenden Aufrissen schwächer als in den hervortretenden hält, und dadurch gleichsam eine Art von Luftperspektive anwendet, womit man die zurücktretenden Aufrisse zu entfernen sucht, welches freilich wieder eine Unrichtigkeit ist, weil in den geometrischen Zeichnungen das Auge auch als unendlich entfernt betrachtet wird, die fernen Gegenstände sich also auch um nichts verkleinern, und folglich die Entfernung eines Gebäudes von dem andern nicht unterschieden werden kann, wenn sie auch mehrere hundert Fuße ausmachte, also auch keine Ursache vorhanden ist, hierbei die Luft in Anschlag zu bringen. Da es aber hier wieder kein Mittel giebt, die Schattirung streng nach den Regeln zu machen, und doch ein gewisser Effekt hervorgebracht werden soll, so muß man sich mit einer Unvollkommenheit begnügen, wenn, auch nur dem Scheine nach, einigermaßen der Zweck erreicht wird, indem durch die stärkern Anlagen der Schatten die vordern Gebäude gegen die ferner stehenden herausgehoben und überhaupt hier von den natürlichen Ansichten abstrahirt werden muß, da solche nur in perspektivischen Zeichnungen erreicht werden können.

Es ist also im architektonischen Zeichnen angenommen, daß man in irgend einem Aufrisse die vorstehenden Ansichten, vorzüglich in dem Schatten, stärker, und in den entfernteren dieselben schwächer machen muß, damit man im ersten Anblick sehen kann, welcher Theil nahe, welcher ferne liegt, da sich in Ansehung der Größe die Aufrisse in nichts unterscheiden, sondern unter sich dieselbe Größe behalten, welches dieser Darstellung eigen ist.

In Grundrissen ist besonders zu bemerken, daß alle Schatten vermieden, und die horizontalen Durchschnitte so nahe als möglich auf der horizontalen Ebene angenommen werden, damit keine Schatten entstehen, weil solche nur einen Plan undeutlich machen und verwirren würden, denn sobald man eine gewisse Höhe der Mauern und Säulen annimmt, werden diese einen Schlagschatten werfen, und den eigentlichen Raum verengen und undeutlich machen, so daß man vor allen Schatten den eigentlichen Plan nicht mehr erkennen kann; wir bemerken dieses insbesondere, da einige Architekten sich es besonders angelegen seyn ließen, auch die Grundrisse mit Schlagschatten zu versehen.

Wir machen zwar hier auch eine Ausnahme, nämlich mit den Treppen, welche in einem Grundrisse vorkommen. Denn bei diesen ist es nöthig, daß die

Steigungen derselben angegeben werden, welche nur allein durch ihre Schlagschatten zu erkennen sind, weswegen wir auch die Schattirung der Treppen im Allgemeinen in diesem Werkchen aufgenommen haben.

Auch bei Rissen von Maschinen, vorzüglich wenn sie sehr zusammengesetzt sind, ist es nöthig, so viel als möglich die bestimmten Schlagschatten zu vermeiden, weil sie die Darstellung mehr verwirren als deutlich machen, welches letztere doch bei Maschinen die Hauptsache ist. Es wird indessen auch hier die Kenntniß der Schattenlehre vorausgesetzt, um gehörig beurtheilen zu können, wie weit man im Schattiren gehen kann, und was zur Deutlichkeit der Darstellung nöthig oder nicht nöthig ist, damit die Risse nicht mit unnützen Schatten überhäuft werden.

Einige Regeln, welche bei der Schattirung oder dem Tuschen der architektonischen Zeichnungen zu beobachten sind.

Es ist nicht unsere Absicht, eine vollkommene Anleitung im Tuschen zu geben oder was überhaupt dabei zu beobachten ist, da dieses viel besser und kürzer durch den praktischen Unterricht geschehen kann, wir begnügen uns also, nur so viel davon zu sagen

als nöthig ist, eine Zeichnung nach einer gewissen Ordnung anzulegen, damit man auf eine leichte Weise einen übereinstimmenden (harmonischen) Ton in der zu machenden Zeichnung erhalte. Man fängt gewöhnlich mit einfachen Körpern an, und nachdem man diese gehörig zu vollenden gelernt hat, gehet man zu den zusammengesetzten über; wir wollen daher zuerst die Kugel vornehmen und dieselbe nach folgender Weise anlegen.

Taf. 11. *Fig.* 1. Wenn der eigne Schatten der Kugel und auch die gleichbeleuchteten Linien gezogen sind, so legt man zuerst, mit einem Tone, ungefähr so dunkel als der Reflex im Schatten ist, den eignen Schatten der Kugel scharf an, und läßt diesen trocken werden. (Um die Ellipsen genauer zu bezeichnen, welche auf der Kugel entworfen sind und die gleichbeleuchteten Linien vorstellen, so nennen wir den Grenzschatten CED die erste Ellipse, die nächste nach dieser (gegen A hin) die zweite, die auf diese folgende die dritte u. s. w.) Nun mische man einen hellen Ton und lege damit den Raum, welcher sich zwischen der ersten und der zweiten Ellipse befindet, nebst einem Theil des eignen Schattens an, das heißt über die Linie CED hinaus, und verwasche diesen Ton nach beiden Seiten hin, nämlich nach F und B. Ist dieses wieder trocken geworden, so legt man

mit demselben Tone, den Raum zwischen der dritten und ersten Ellipse und wieder einen Theil des eignen Schattens an, und verwäscht denselben nach beiden Seiten hin; so fährt man fort, die Räume zwischen den übrigen und der ersten Ellipse anzulegen, bis man die letzte an F erreicht, welcher Punkt weiß stehen bleibt.

Hierdurch wird man die Abstufung der Töne aus dem lichten Punkte F bis in den eignen Schatten erhalten, wie auch in den eignen Schatten die Abstufung des Reflexes. Sind die Töne noch nicht dunkel genug, so kann man dieses Verfahren wiederholen bis der Effekt erreicht ist.

Man kann auch dieses Verfahren umkehren und die Kugel tuschen: nämlich, wenn der eigne Schatten angelegt ist, so mischt man einen hellen Ton, der dem lichten Punkt am nächsten liegt, und überlegt damit, den Punkt F ausgenommen, die ganze Kugel bis über den Grenzschatten CED hinaus, und verwäscht diesen nach B, in der Richtung des Grenzschattens. Dann legt man mit demselben Ton die äußere Contur der nächsten Ellipse an F an, und überlegt wieder die ganze Kugel bis über den Grenzschatten hinaus, wie das erste Mal; fährt man so fort, die äußere Contur der folgenden Ellipse und den übrigen Theil der Kugel anzulegen, bis sie

alle nach und nach angelegt sind, so wird die Abstufung des Lichts hervorgebracht werden, indem die erste Ellipse um F nur einmal, die zweite zweimal, die dritte dreimal u. s. f. angelegt sind.

Auf dieselbe Weise wird auch der Pfuhl im Aufrisse getuscht, indem man zuerst den eignen Schatten und dann die Töne bis an die gleichbeleuchteten Linien nach und nach anlegt und nach beiden Seiten hin verwäscht.

Nahe an dem Pfuhle im Grundrisse ist der Schlagschatten am dunkelsten, dieser muß also, nachdem die Schatten einmal angelegt sind, wieder nahe an der Contur des Pfuhles angelegt und nach außen nach und nach verwaschen werden, damit der Schatten, je weiter er sich von dem Körper entfernt, heller werde, wodurch der Schatten nicht allein klarer, sondern auch weicher wird.

Den Aufriß eines dorischen Capitäls und Gebälkes mit Tusche anzulegen und gehörig zu vollenden. *Taf.* 19.

Sind die Grenzschatten und Schlagschatten construirt, so mische man in einer Schale einen Ton, der ungefähr halb so stark ist als die Schatten werden sollen, aber so viel davon, daß alle Schatten damit angelegt werden können. Alsdann beginne man

von oben im Rinnleisten und lege die Schlagschatten und auch die Grenzschatten scharf an, und fahre damit fort bis man nach unten alles ein Mal angelegt hat. Ist dieses trocken geworden, so fängt man mit demselben Ton an, die Schatten da zu verstärken, wo es nöthig ist; z. B. auf dem Rinnleisten wird der Schlagschatten von unten wieder scharf angelegt, von der Breite eines Drittels der Höhe des Schlagschattens, und wird nach oben verwaschen, damit der Schatten nach unten dunkler werde; mit demselben Ton legt man ferner den Grenzschatten an, so daß ein Theil des Tones über der Linie, und ein Theil unter der Linie des Grenzschattens zu stehen kommt und nach oben und unten verwaschen wird, damit die Rundung im Lichte sowohl, als auch im Schatten der Reflex heraus kommt. Dann wird der Schlagschatten auf dem kleinen Wulste unter dem Rinnleisten angelegt, so auch der Schlagschatten dieses Wulstes auf dem Kranzleisten. Ferner werden nun dicht unter dem Kranzleisten, zwischen den Modillons und den Tropfen die Capitäle der Tryglyphen und Metopen angelegt und nach unten verwaschen, so daß dicht unter dem Kranzleisten der Schatten am dunkelsten, und nach unten zu wieder heller und weicher wird, weil die Luft nach unten zu stark reflektirt. Dasselbe wird bei den andern Gliedern wie-

derholt, auch die Einschnitte des Tryglyphen im Schatten auf der rechten Seite dunkler angelegt, damit die linken Seiten heller werden; die Seiten aber links im Lichte, da das Licht sehr spitzwinklig einfällt, wieder angelegt und bedeutend dunkler werden, als die Seiten rechts, welche das volle Licht erhalten.

Dieses ist auch bei dem Capitäle zu beobachten, wo die Schlagschatten unter dem Abakus auf dem Wulste dunkler werden, und nach unten zu stark reflektirt sind. Auch bei den Cannelirungen im Schatten ist die rechte Seite dunkler als die linke, und folglich von der Rechten nach der Linken verwaschen; das Umgekehrte ist bei den erleuchteten Theilen derselben der Fall, wo sie von der Linken nach der Rechten verwaschen werden; so fährt man fort und fängt immer wieder von oben an, mit demselben Ton die Schatten anzulegen, bis man den gehörigen Effekt erreicht hat.

Nun legt man die senkrechten Ebenen im Lichte an, die mehr vorspringenden etwas heller als die zurücktretenden; z. B. der Architrav und die Stege der Tryglyphen sind gleich beleuchtet, weil sie in einer Ebene liegen, und erhalten also einen gleichen Ton; die Metopen aber werden etwas dunkler, das Band des Architravs aber ein wenig heller als die ersten, und der Abakus ist der helleste, weil er unter diesen

Ebenen, außer dem Kranzleisten, am meisten vorspringt. Der Schaft der Säule wird zuletzt nach der Licht- und Schattenseite etwas abgedämpft, damit die Rundung sichtbar wird.

Sollten nun noch Flecken in den Schatten entstanden seyn, so werden diese mit einem etwas trockenen Pinsel (das heißt wenig Tusche im Pinsel) und blassem Ton im Anfange mit großen und nachher mit kleinern Punkten, welche immer horizontal gelegt werden, ausgeglichen oder gleichgemacht, bis alles gehörig vollendet ist. Auf diese Weise bleibt der Ton von oben bis unten in der Zeichnung derselbe, da sie immer mit einer Tinte ganz durchgearbeitet wird; denn geschiehet dieses nicht, und die Tinten werden von verschiedener Stärke aufgetragen, so wird nie die Uebereinstimmung des Tones (die Haltung) ohne große Mühe hervorgebracht werden können.

Bei dem Schlusse dieses bemerken wir noch, daß bei den Anlagen der Flächen, im Lichte sowohl als auch im Schatten, nicht leicht ein Fehler gemacht werden kann, wenn man jedesmal untersucht, unter welchem Winkel die Lichtstrahlen auf die Flächen fallen, wodurch dann nach obigen Angaben die Stärke der Tinten leicht bestimmt werden kann, man also auch nie in der Verlegenheit seyn wird, eine jede vorkommende Ebene gehörig zu schattiren. Wir glauben

da-

daher, daß ein Jeder, welcher dieses Werkchen studiert hat, im Stande seyn wird, die gegebenen oder jede andere Figuren zu schattiren; und empfehlen ihm, mit den einfachen Körpern zu tuschen anzufangen, sie nach diesen Grundsätzen zu vollenden, und nach und nach zu den zusammengesetztern überzugehen, wodurch er eine hinlängliche Uebung im Tuschen erhalten wird.

In demselben Verlage sind erschienen und durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes zu bekommen:

Taschenbuch zur Selbstbelehrung im Situationszeichnen in von Müffling'scher und Lehmann'scher Manier. Für Krieger und Agronomen bearbeitet von Dr. F. A. W. Netto, Herausgeber der Lehmann'schen Vorlegeblätter und Modelle. Mit 8 Kupfertafeln v. L. Wolf. 8. 1827. 1¾ Rthlr.

Unter allen Werken, welche bis jetzt über diesen Gegenstand erschienen sind, beschäftiget sich keines mit einer genauen, faßlichen, und in jeder Hinsicht gründlichen Anweisung zur praktischen Erlernung desselben; nur die Darstellung der Theorie einzig und allein, oft dürftig genug mit einigen Vorlegeblättern begleitet, bildet den Inhalt der meisten, und überläßt es dem Leser, den Unterricht entweder nach eigenem Gutdünken anzufangen, oder sich eines Lehrers dabei zu bedienen. Das gegenwärtige Werk übergiebt der Verfasser als die Frucht zwanzigjähriger Erfahrungen im Lehrfache mit der festen Versicherung: daß jeder nicht allein danach sich selbst unterrichten, sondern auch dadurch Kenntnisse in der größeren Vollkommenheit ohne Lehrer erreichen kann. Die Vorlegeblätter, von einem L. Wolf gestochen, werden allen Anforderungen in hohem Grade entsprechen.

Militairisches-Zeichnen.

Bearbeitet von Kühne, K. Hauptm. im Ingenieur-Korps, Lehrer an der vereinigten Artillerie- und Ingenieur-Schule und den K. Kadetten-Korps ꝛc. Mit 2 illum. und 10 schwarzen Kupfertafeln, lang 4to in einem besonderen Hefte. Gestochen von Kolbe, Jättnig ꝛc. $1\frac{5}{6}$ Rthlr.

Benennung und Erklärung der Zeichnen-Materialien und Instrumente; allgemeine Begriffe den verschiedenen Zeichnungsarten, nebst Anführung ihrer Zwecke, Elementar-Grundsätze der geometrischen Zeichnungslehre, des Situations- oder Plan-Zeichnen im Speziellen, und des Fortifikations-Zeichnen im Allgemeinen; — dieses sind die Gegenstände, welche der Herr Verfasser gedrungen und gründlich abgehandelt hat. Von der K. allg. Militair-Studien-Commission wurde dieses Werk als sehr zweckmäßig und brauchbar anerkannt und zur Einführung empfohlen; nicht minder günstig ist es in kritischen Blättern beurtheilt worden. Es wird auch Forst- und Bau-Candidaten willkommen seyn, da, wie schon erwähnt, das Situations-Zeichnen hauptsächlich berücksichtiget wird, und unter den Abbildungen zwei illum. Musterblätter mit den vorkommenden Bezeichnungen und eine sehr schön gestochene Tafel mit den verschiedenen Schriften sich befinden.

Militairisches-Aufnehmen.

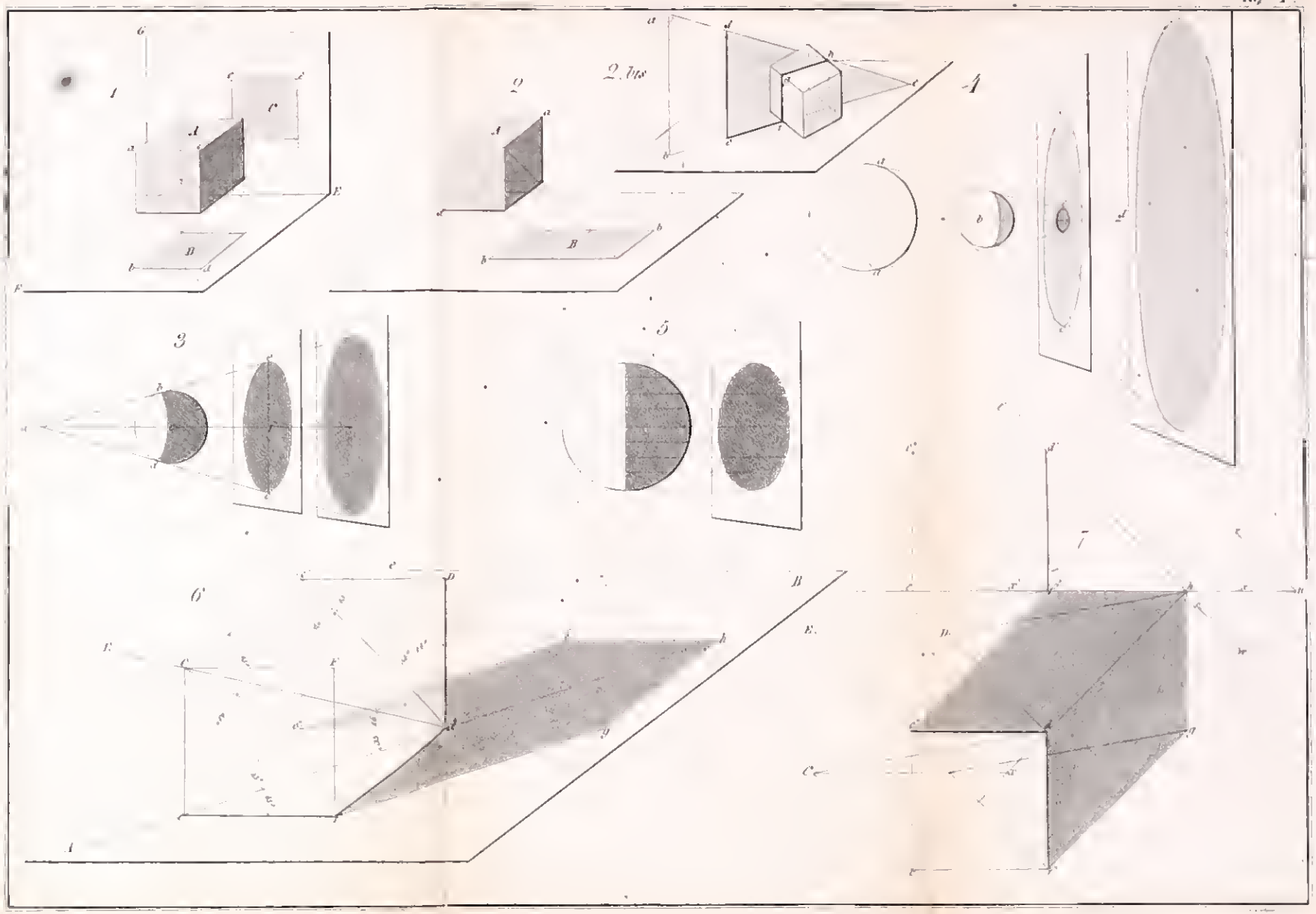
Bearbeitet von Kühne, K. Hauptm. ꝛc. Mit 8 Kupfertafeln. 364 Seiten. 8. geheftet $1\frac{5}{12}$ Rthlr.

Nach der allgem. Milit. Zeitung Nr. 87. v. 1829. zeichnet sich diese Schrift vor andern Anleitungen über Feldmeßkunst durch geordneten, klaren, populairen und nicht weitschweifigen Vortrag und durch eine gründliche Belehrung über den fraglichen Gegenstand in seiner ganzen Ausdehnung, auf das Vortheilhafteste aus. Gleich günstige Beurtheilung erfolgte auch in anderen kritischen Blättern.

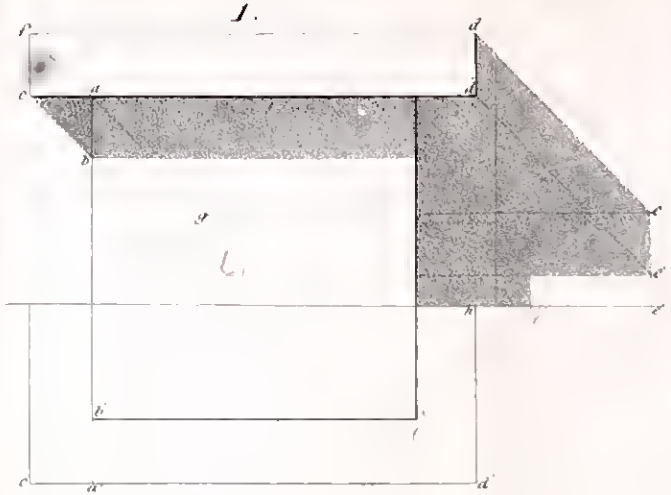
Magazin architektonischer Verzierungen.

Steffen, L., Magazin architektonischer Verzierungen mit besonderer Berücksichtigung auf Zimmer-Decoration, so wie auch für Bronceur, Gürtler, Stuckatur, Gold- und Silberarbeiter ꝛc. Wohlfeile Ausgabe. 7 Hefte mit 41 Tafeln, in einem Bande. cartonirt 5 Rthlr.

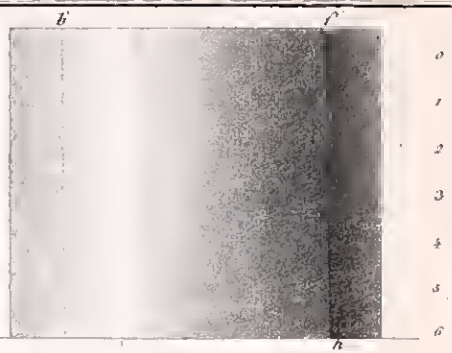
Die Blätter werden auch à 5 Sgr. vereinzelt, doch dürfen sie nicht aus dem cartonirten Exemplare genommen und es müssen mindestens 6 gewählt und einzeln verlangt werden.


1
2
2. Ins
4
3
5
6
7
A
B
C
D
E
F

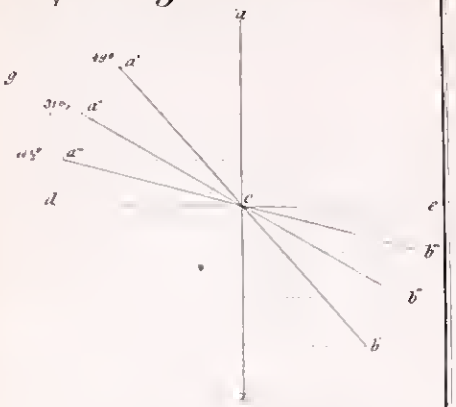
1.



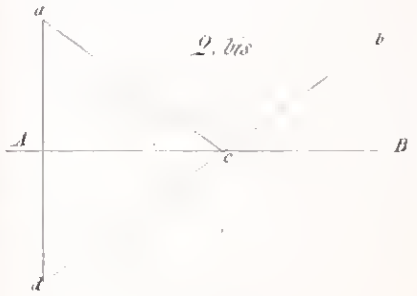
2



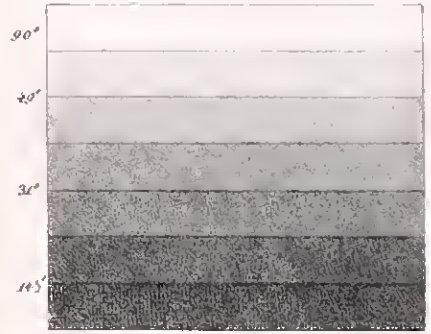
3



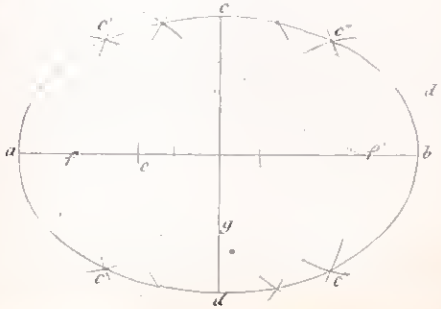
2. bis



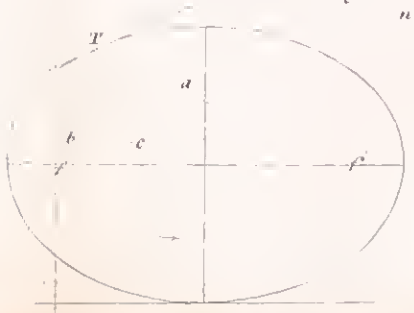
4.



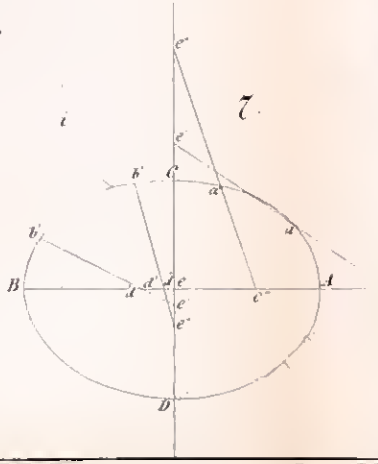
5



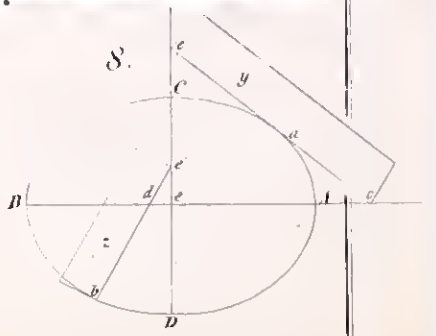
6.



7.

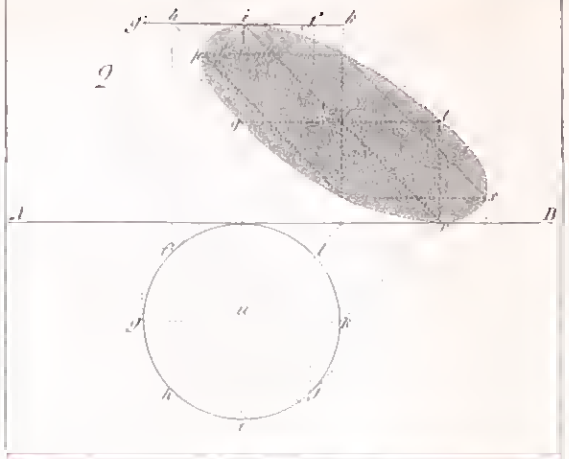


8.

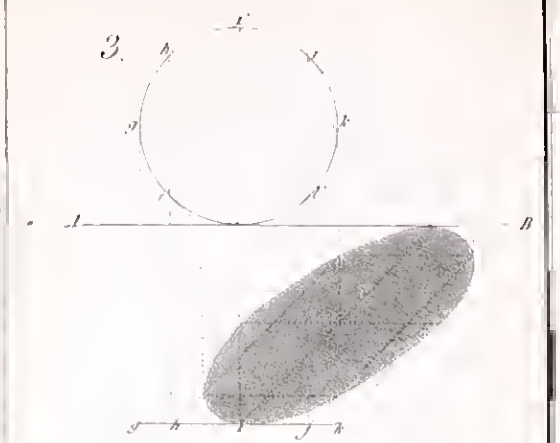


1.

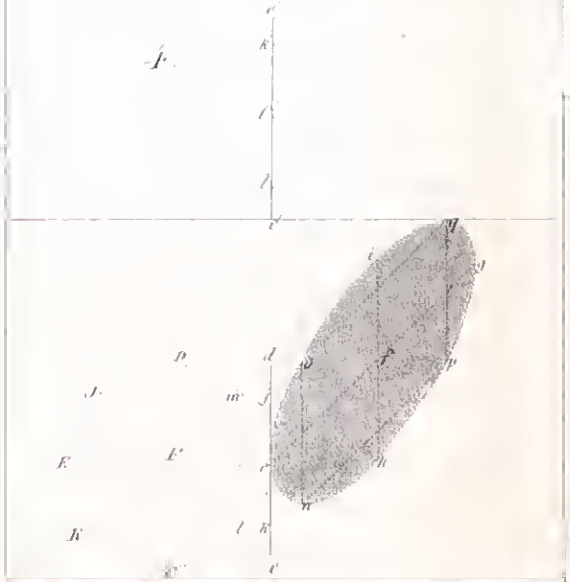
2.



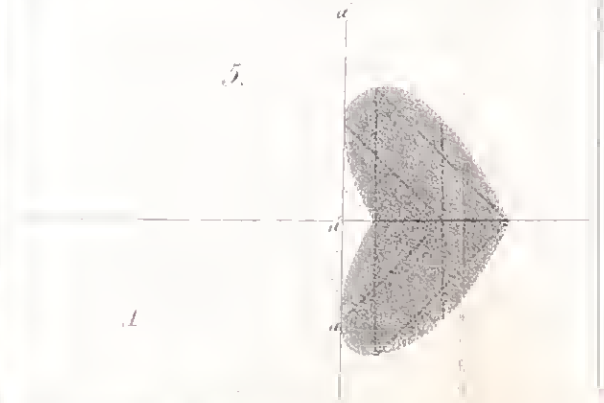
3.



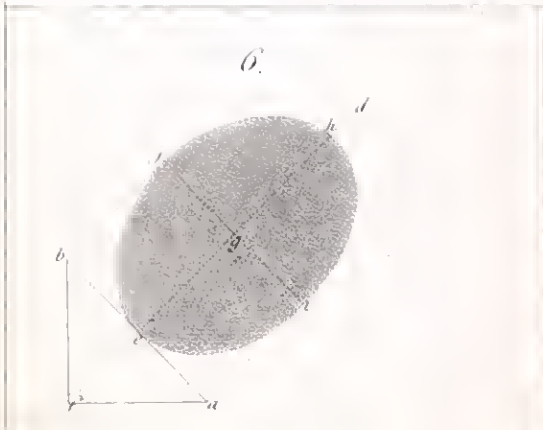
4.

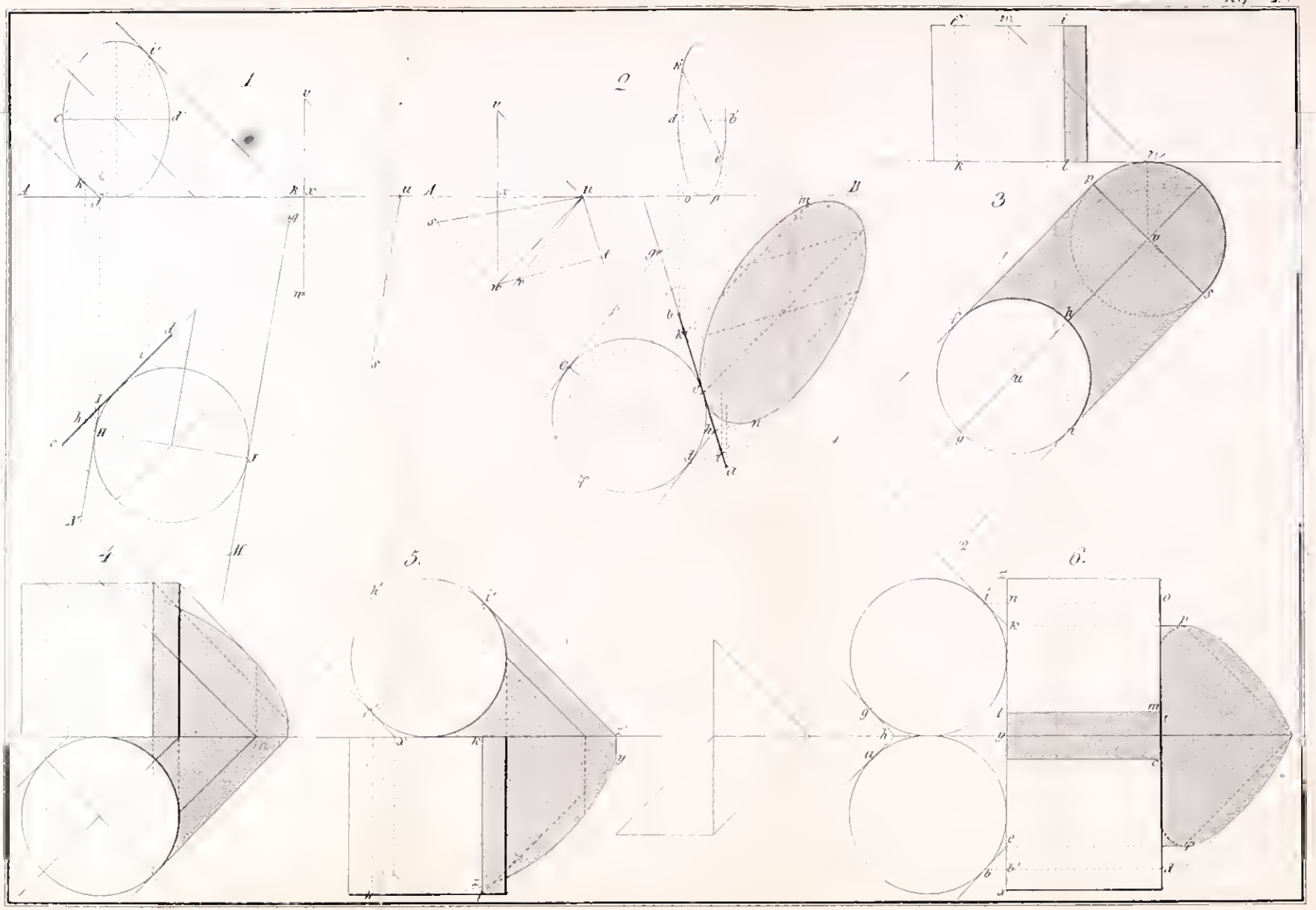


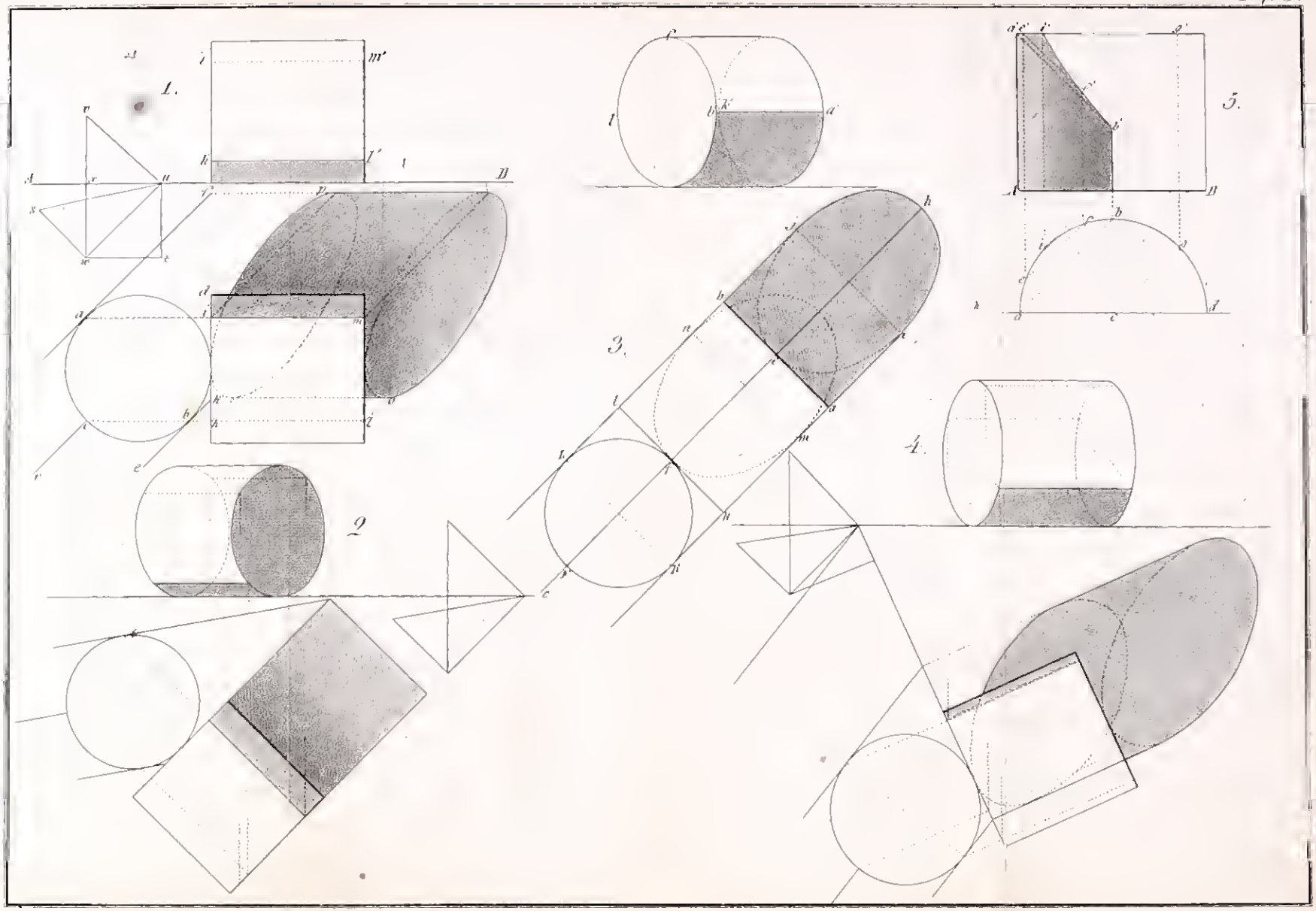
5.

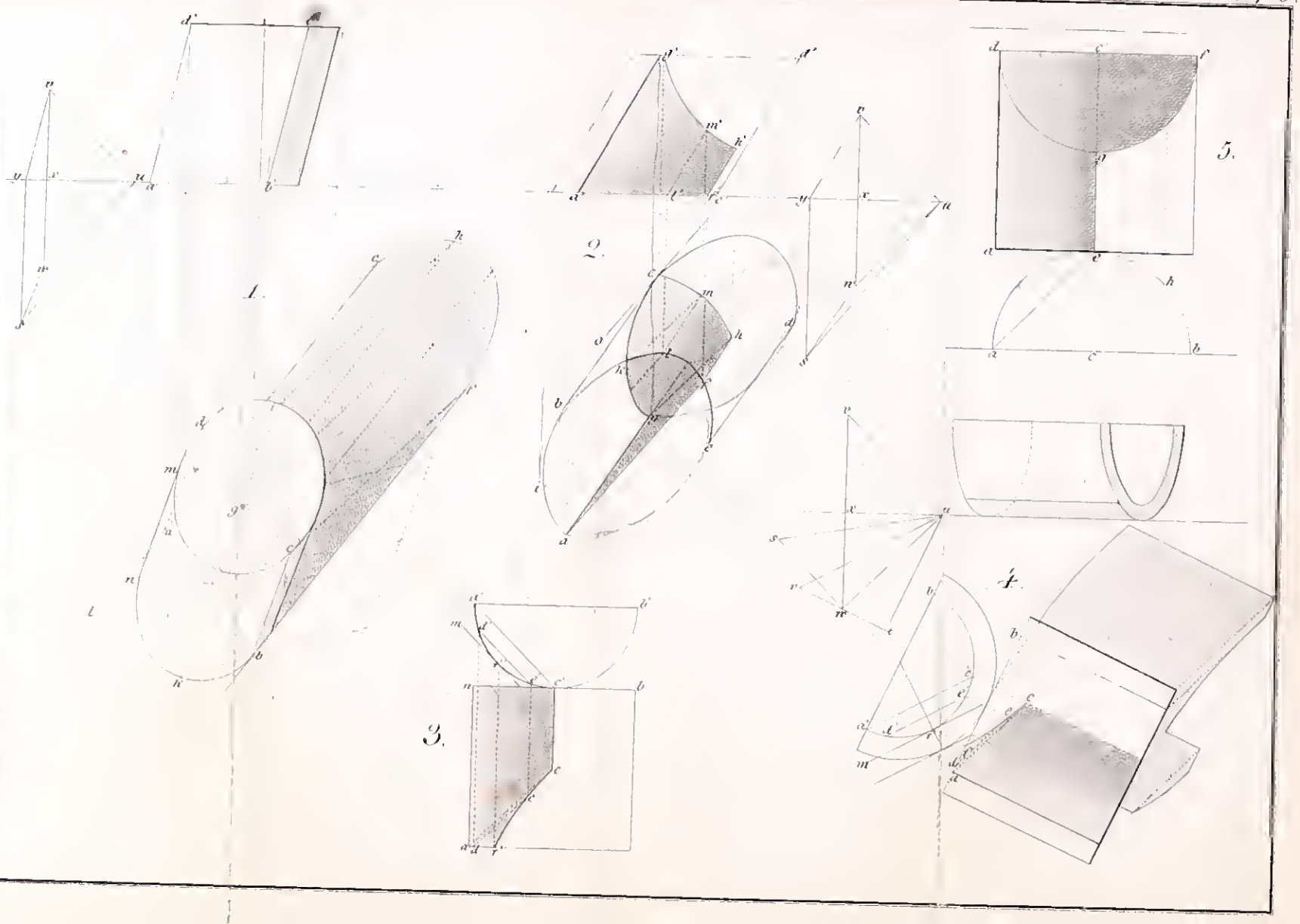


6.

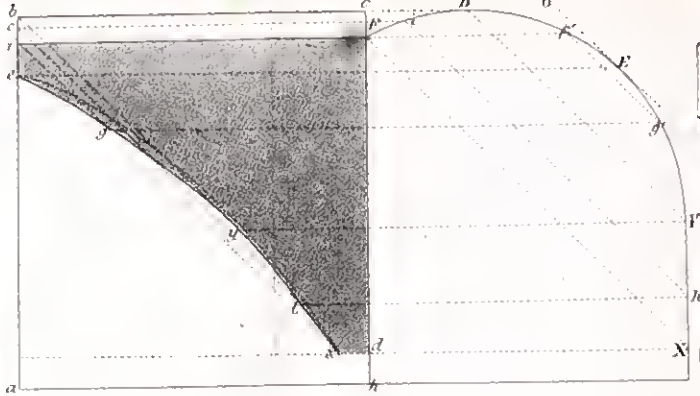



1
2
3
4
5.
6.

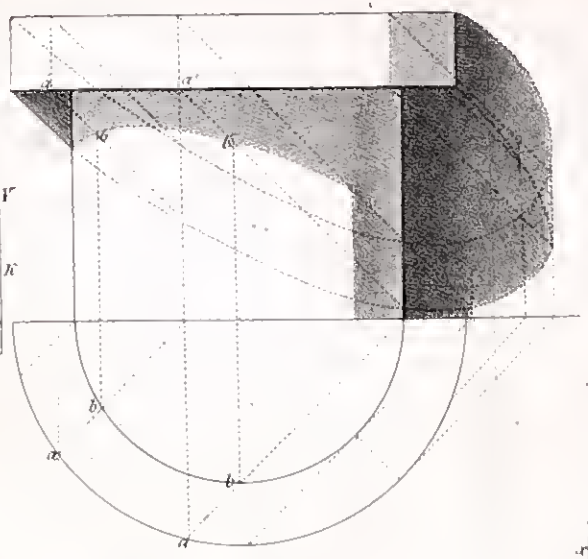

1.
2.
3.
4.
5.


1.
2.
3.
4.
5.

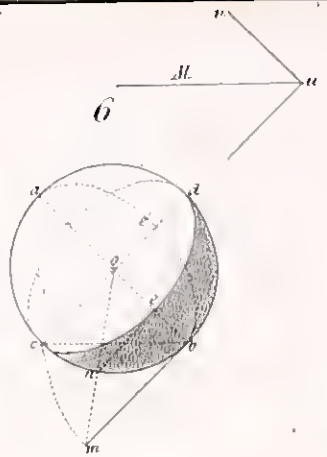
1



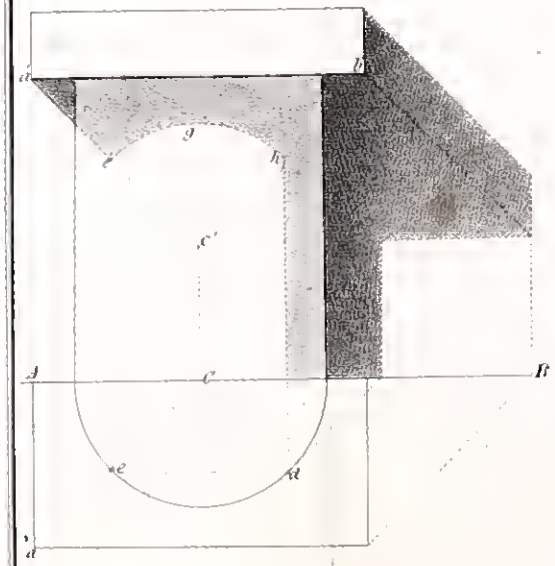
3



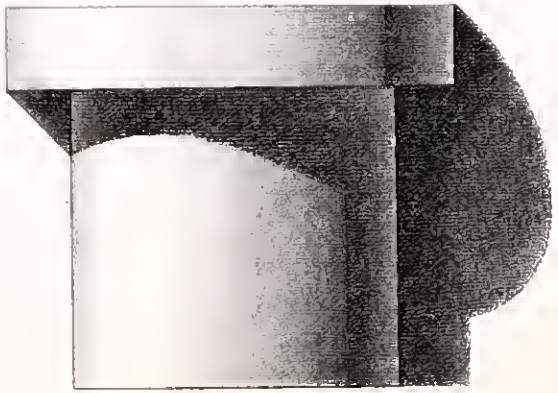
6



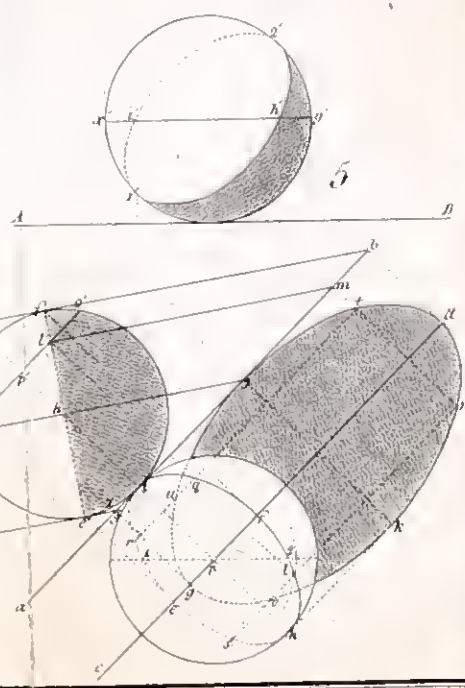
2

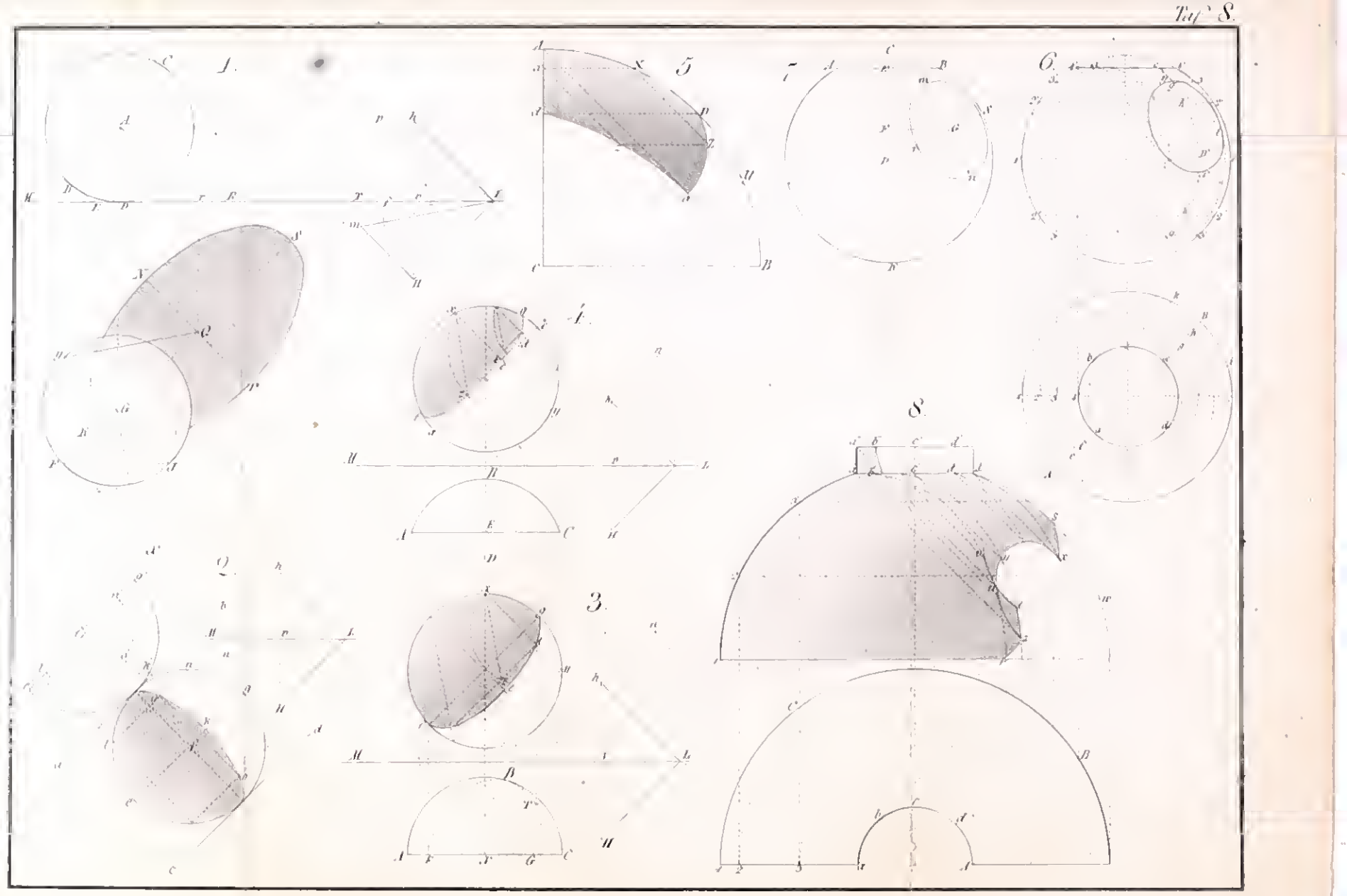


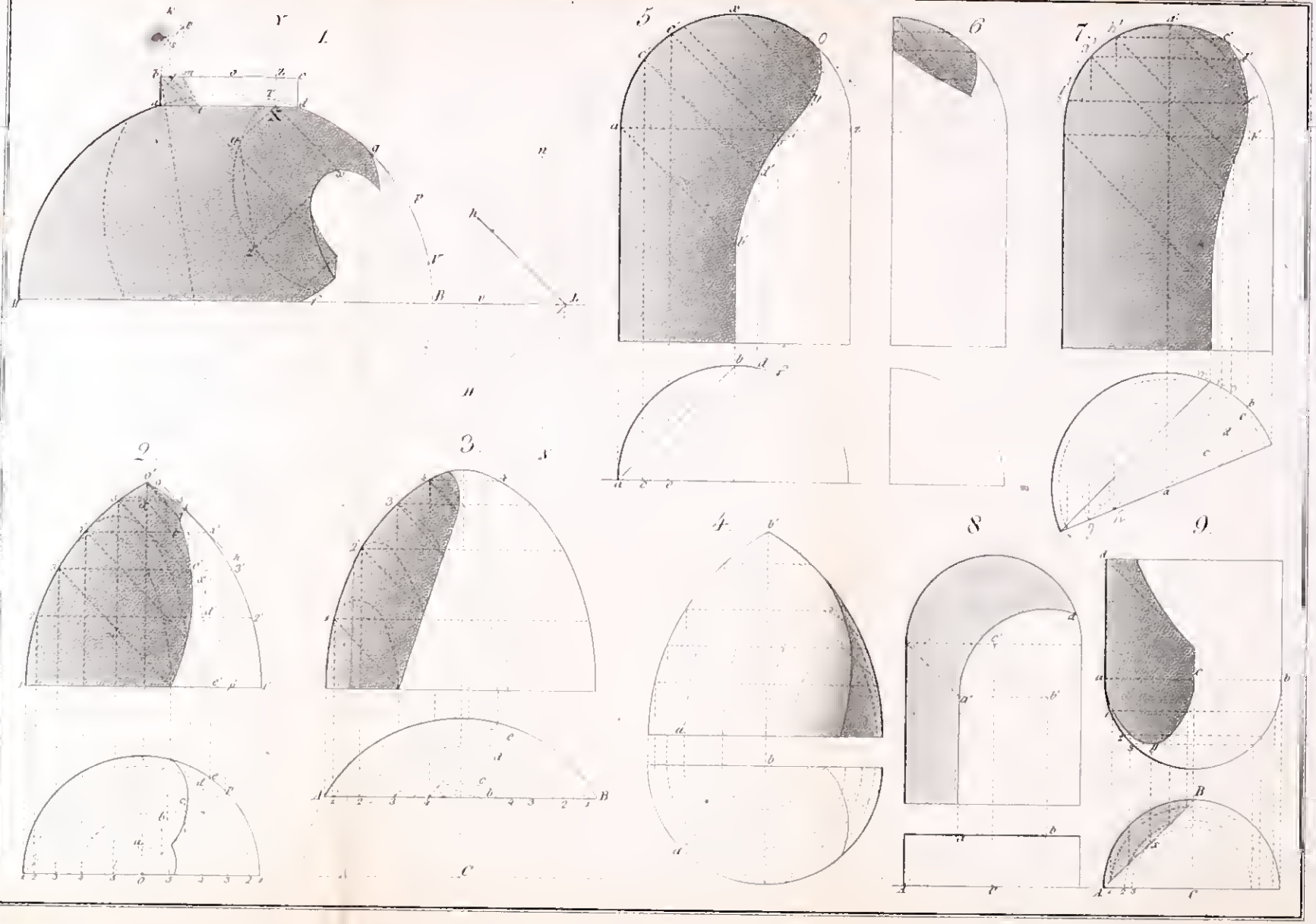
4.

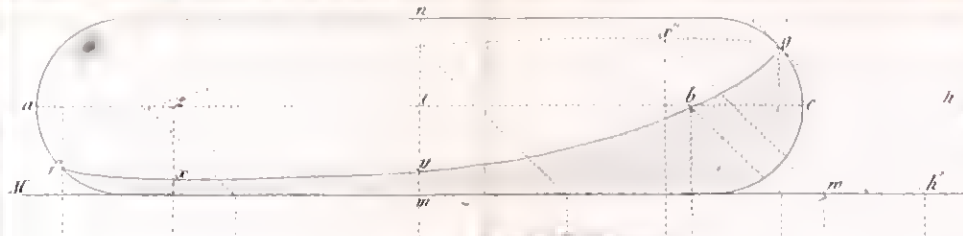


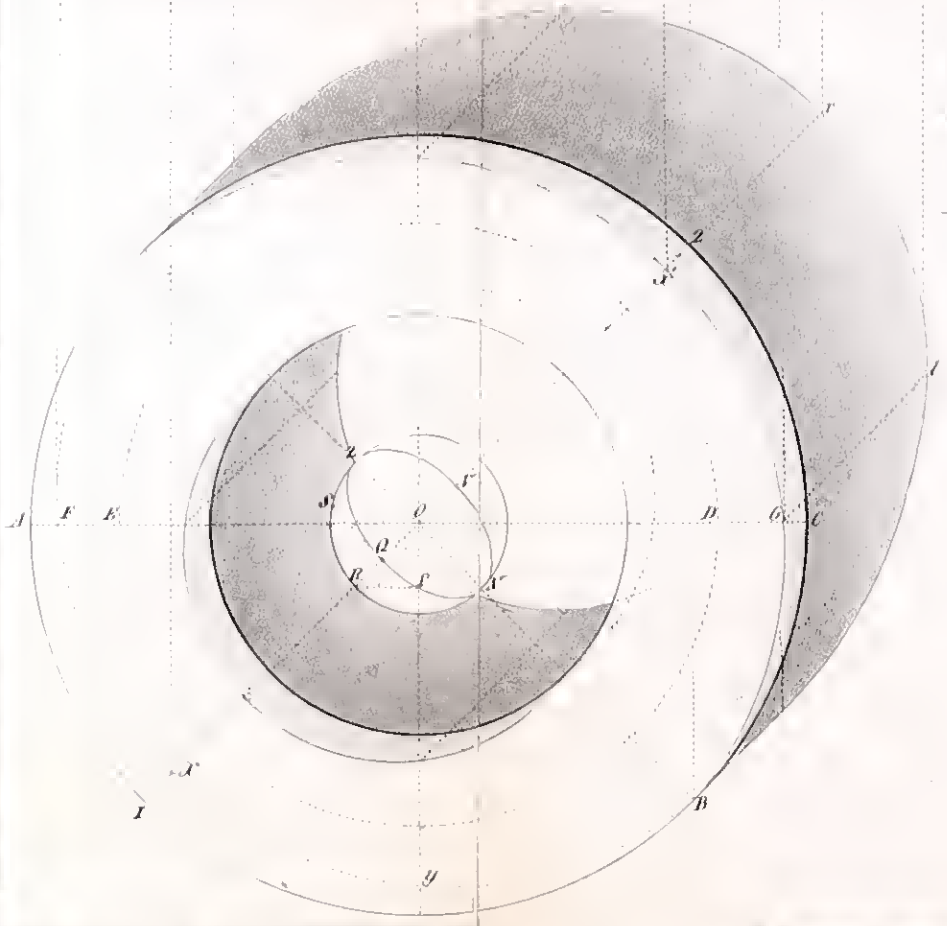
5

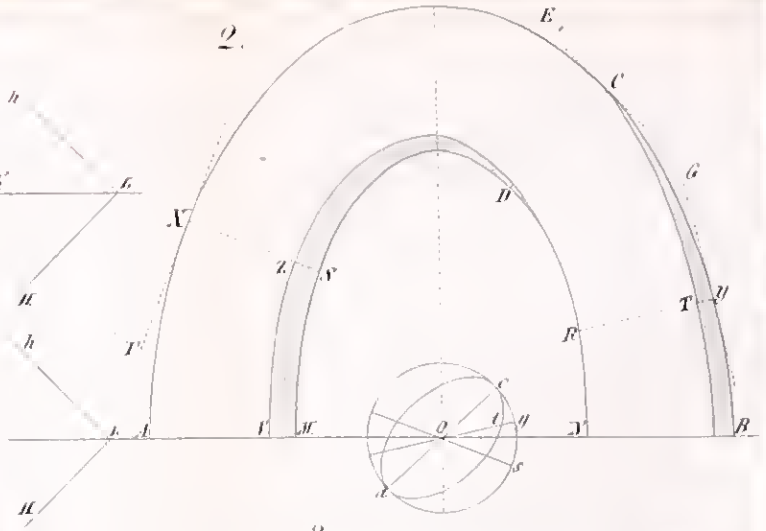


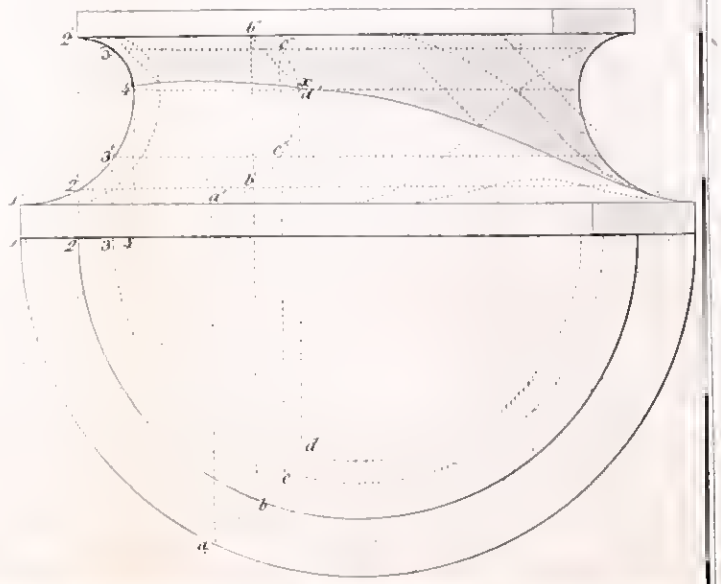

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

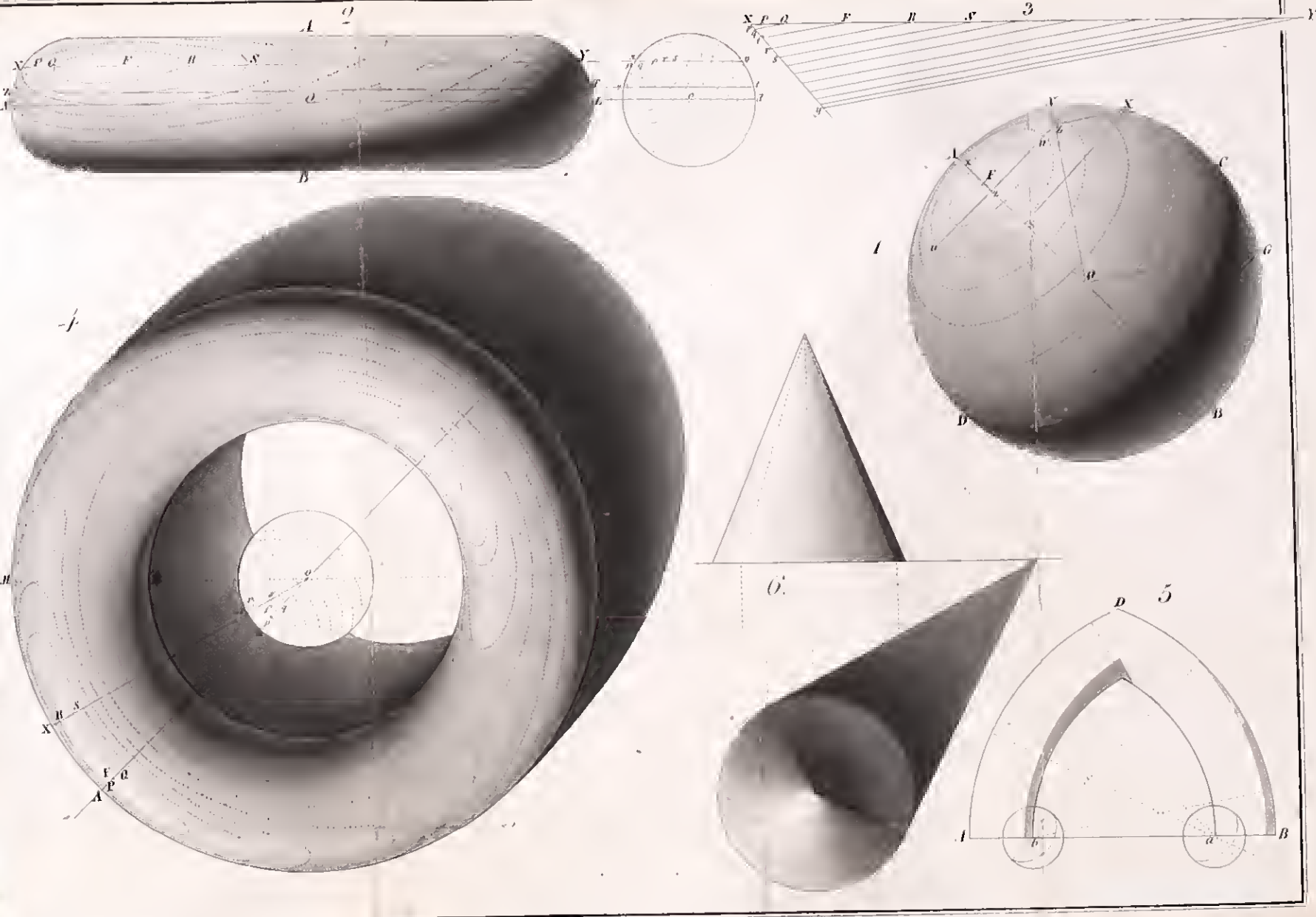

1
2
3
4
5
6
7
8
9

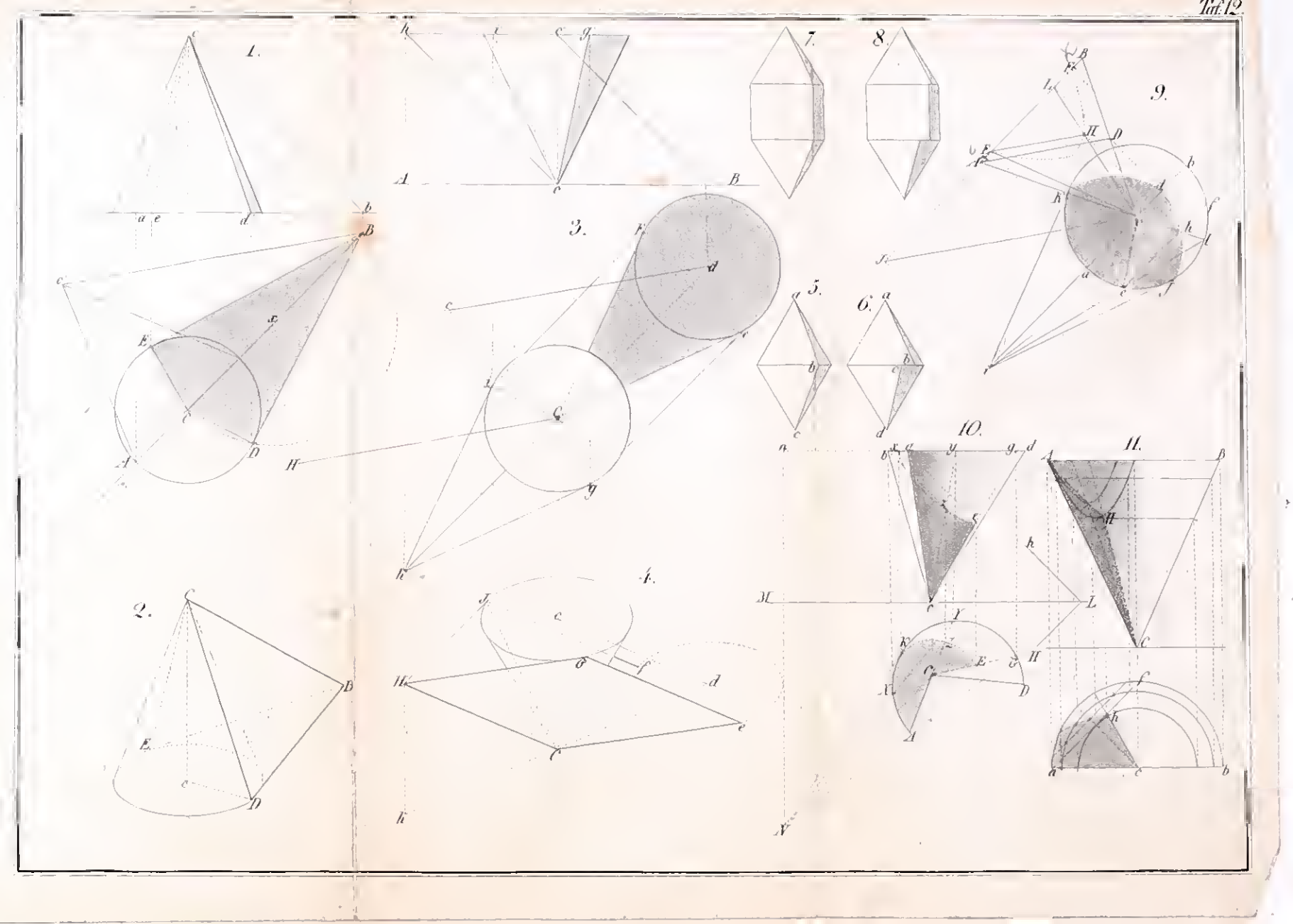


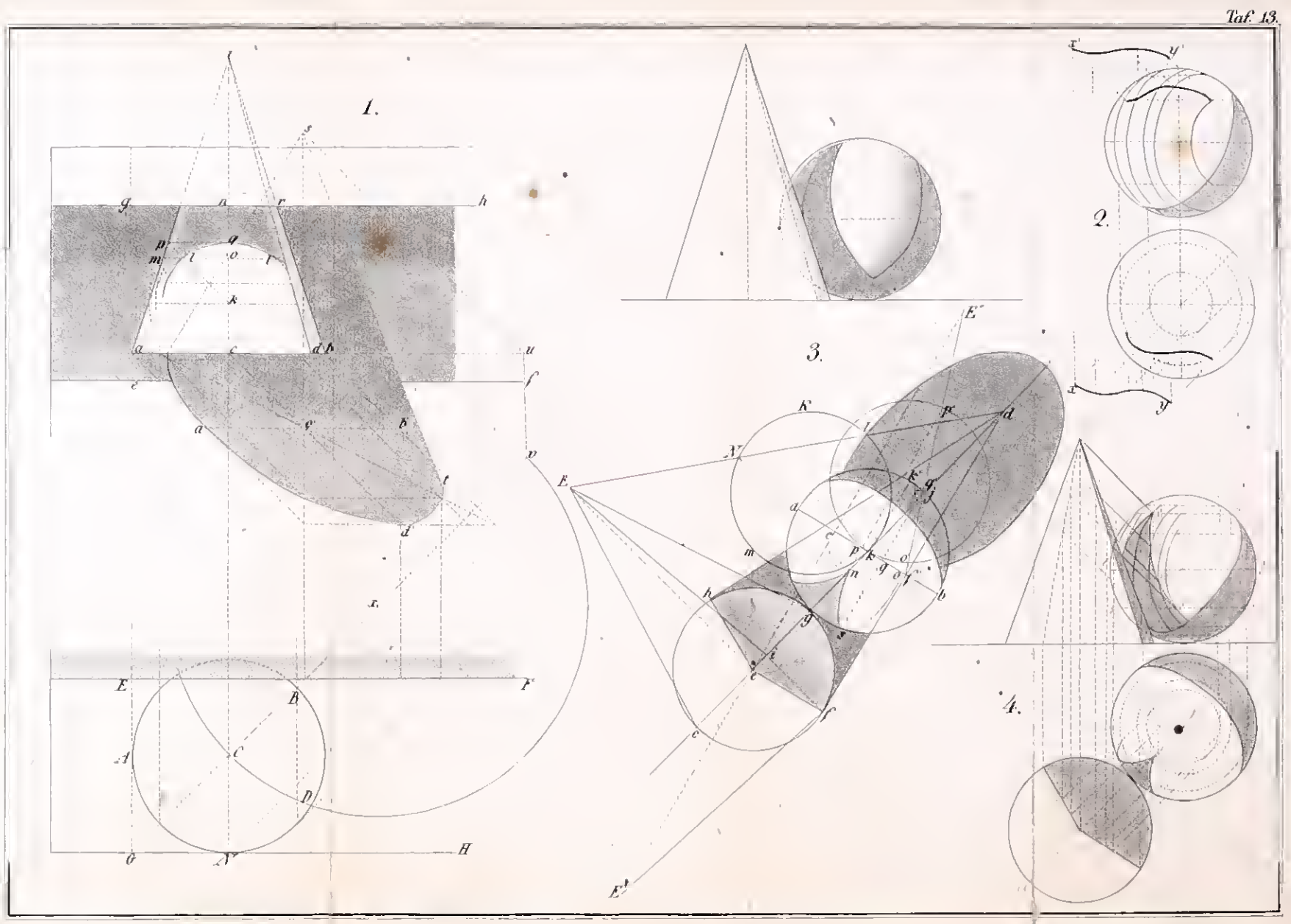




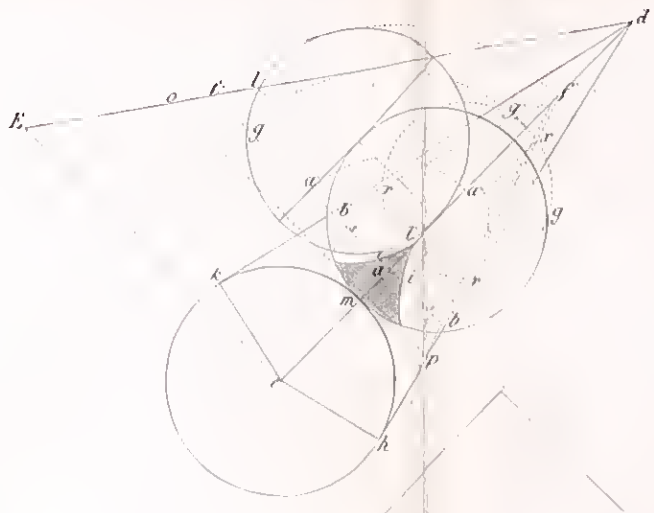



3
4
5
6

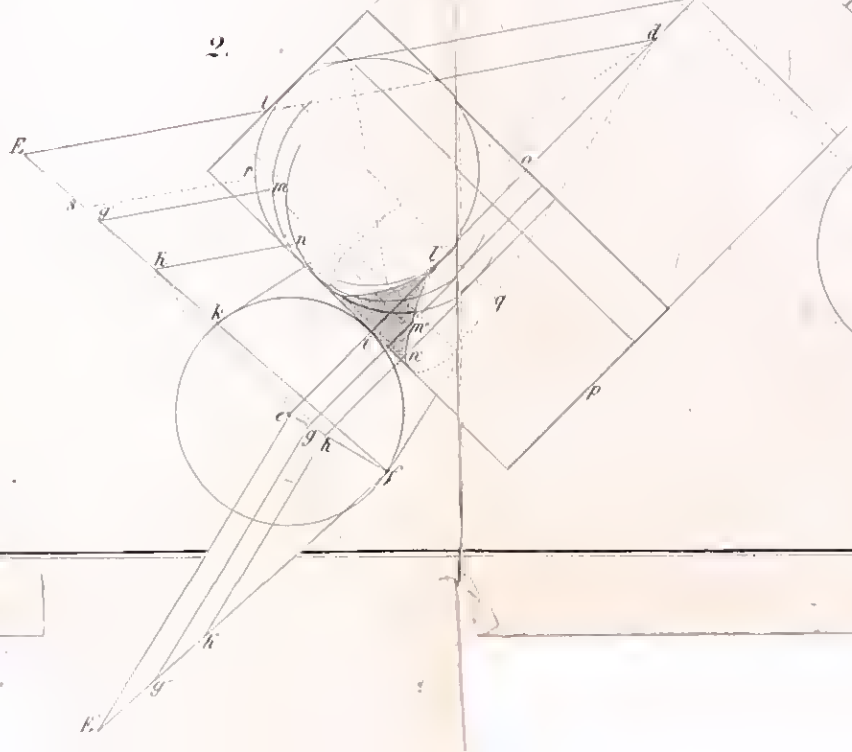

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.


1.
2.
3.
4.

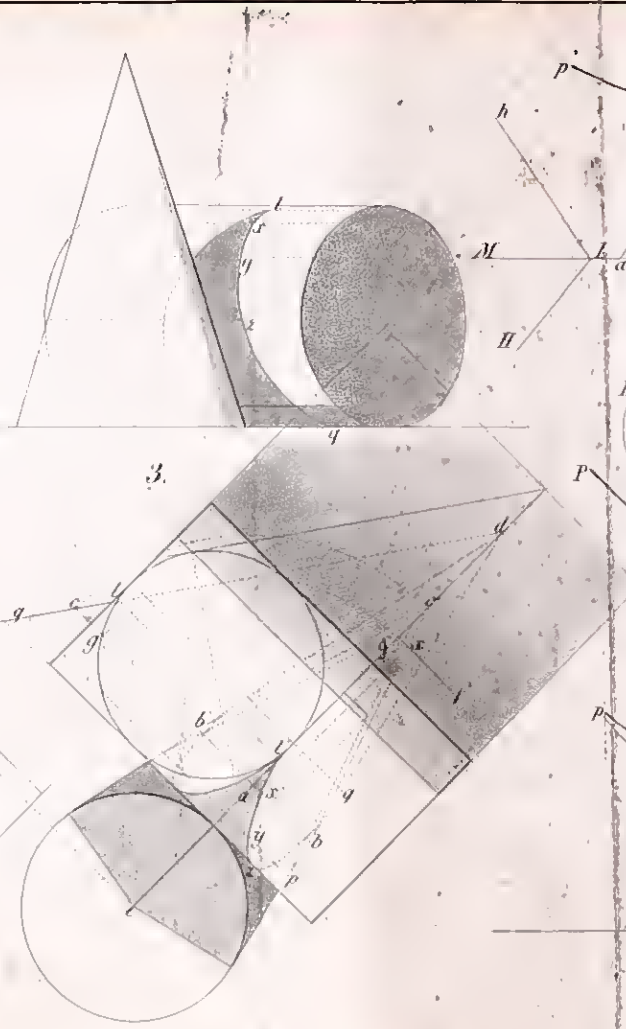
1.



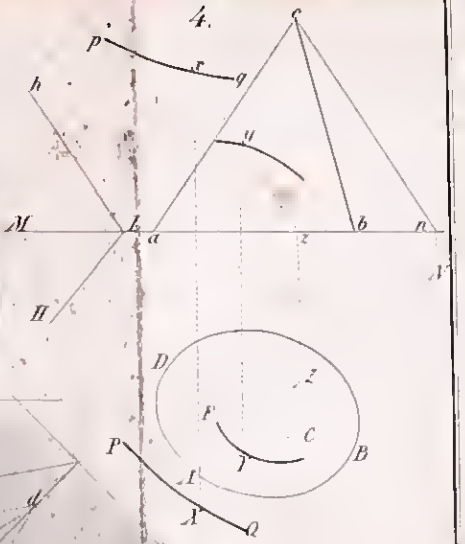
2.



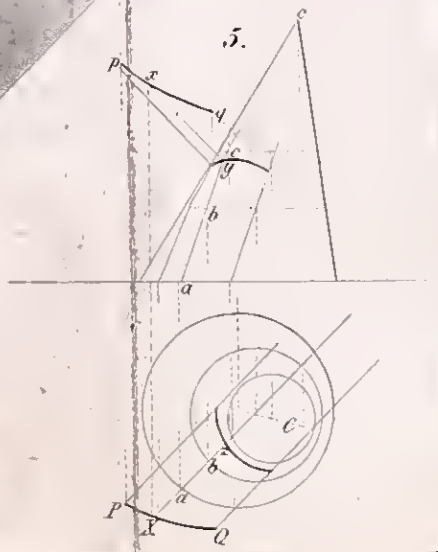
3.



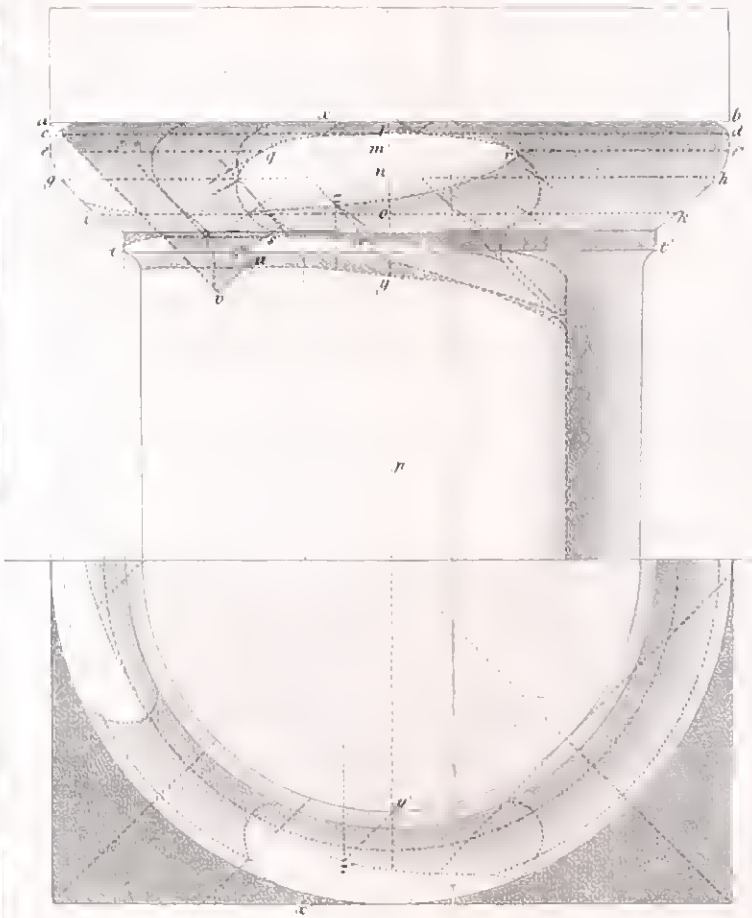
4.



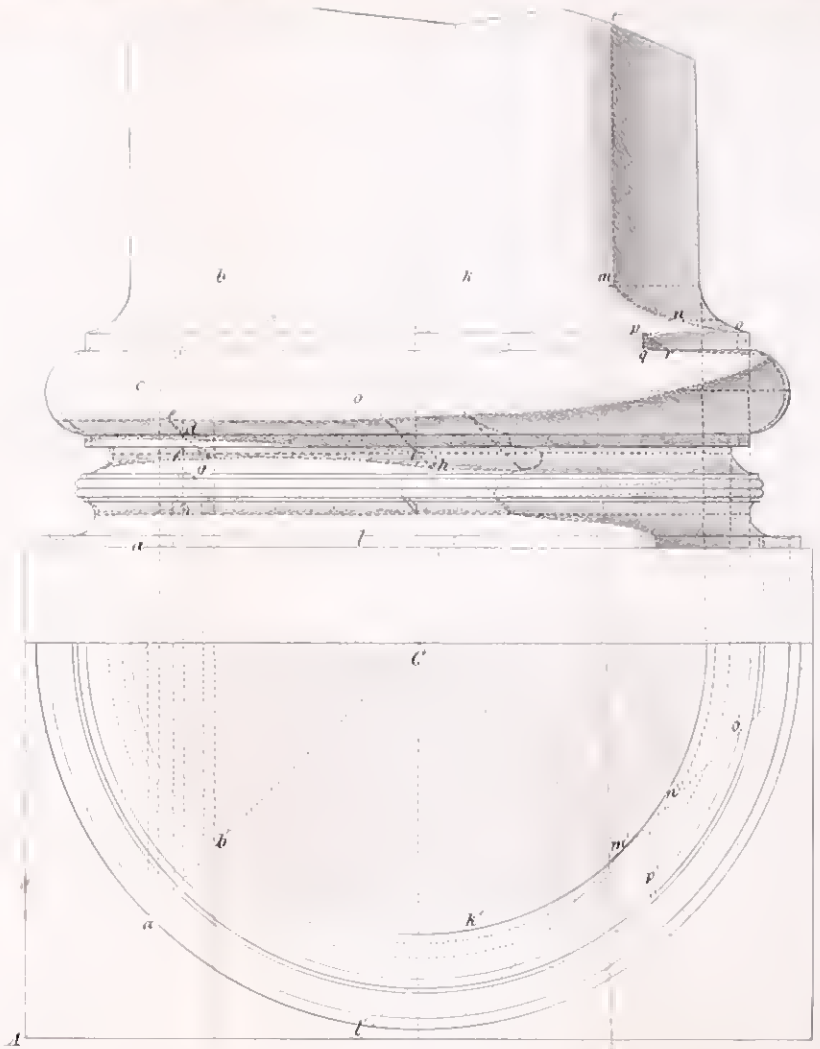
5.

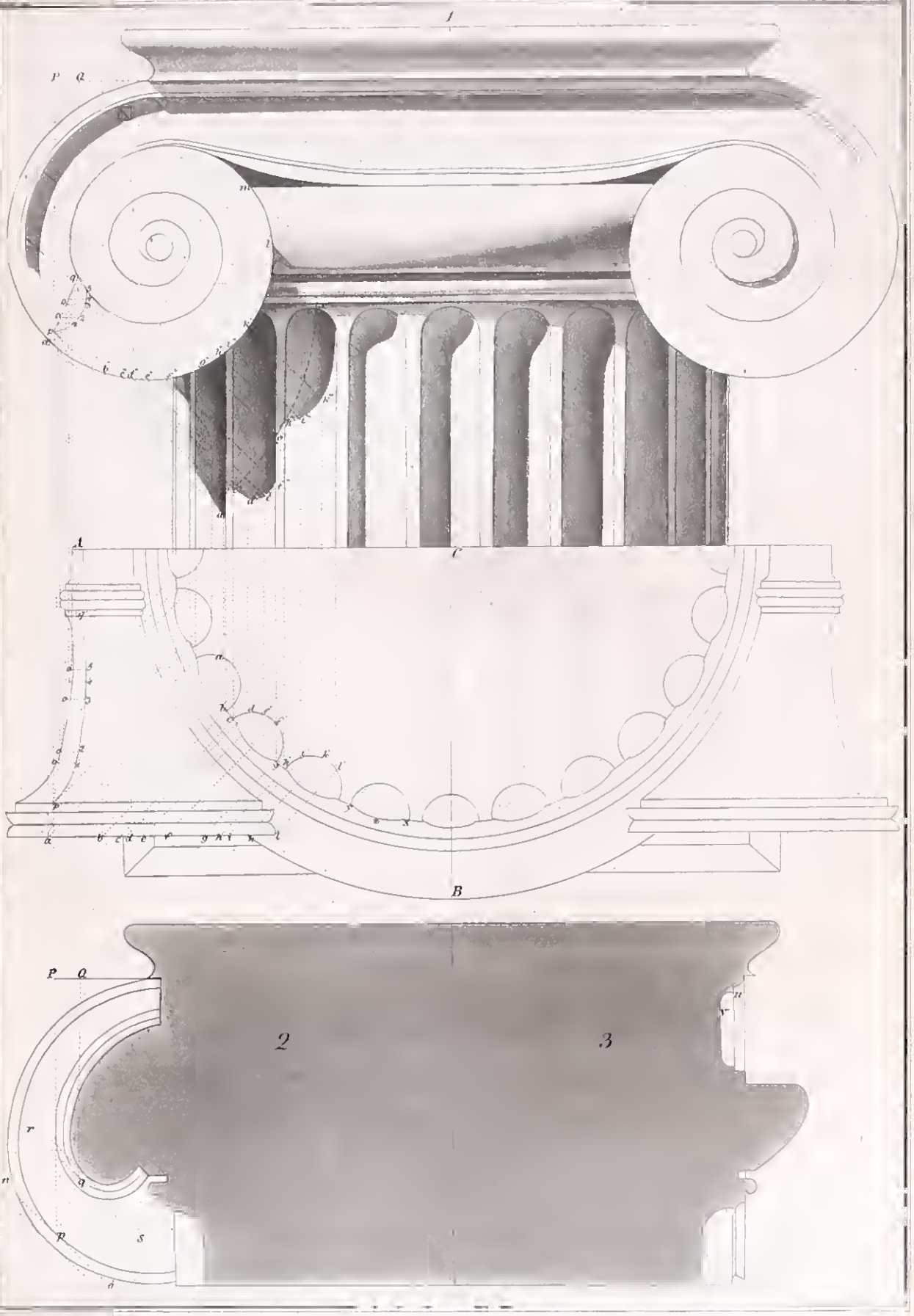


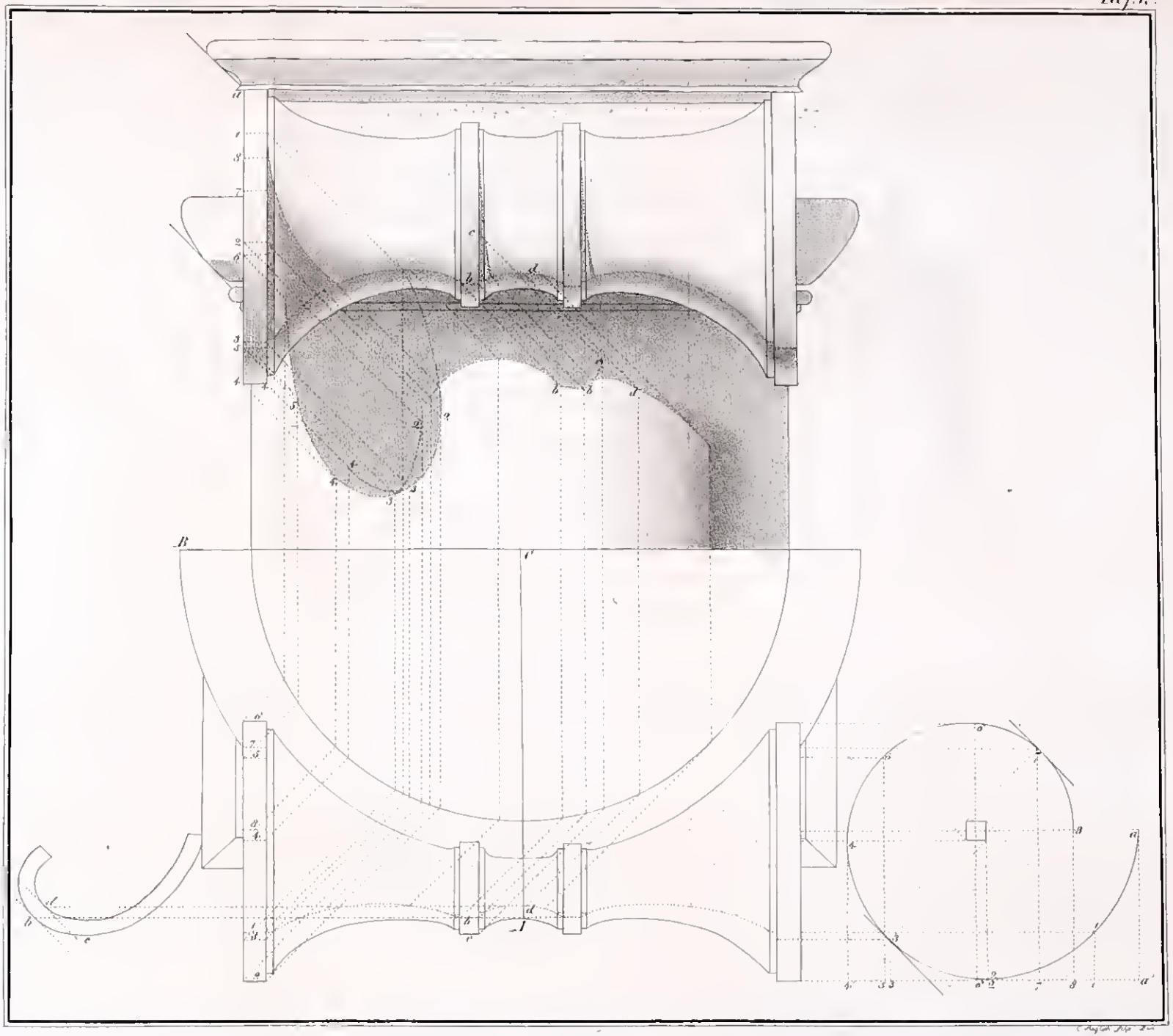
Q



I

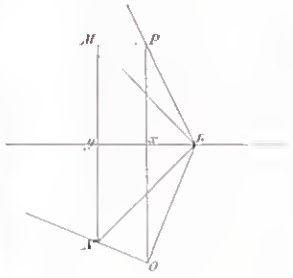


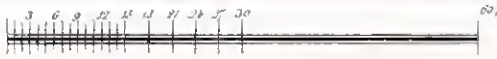

1
P Q
A
C
B
P Q
2
3

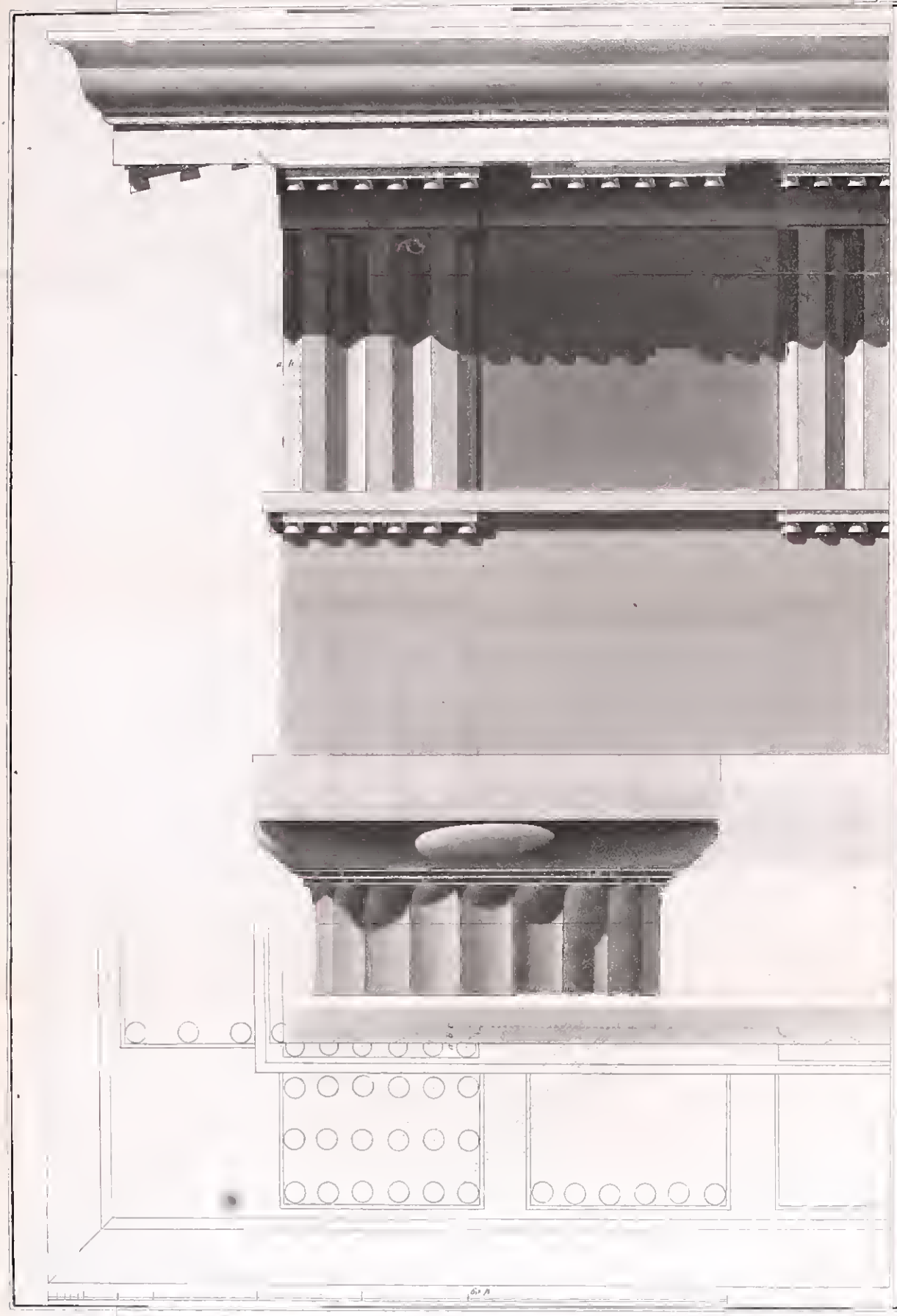


1.

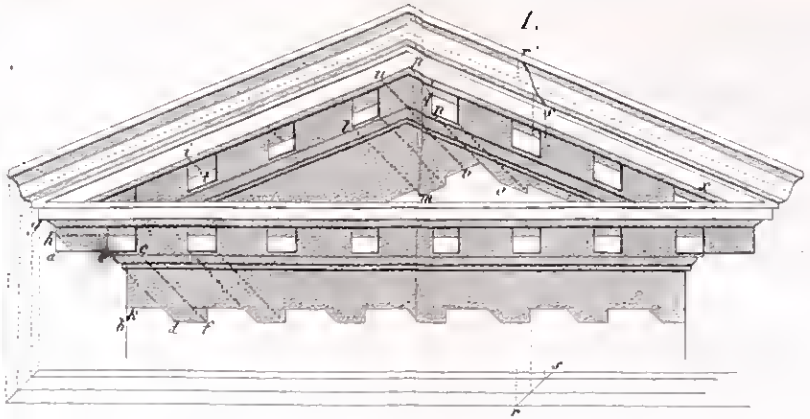
2.



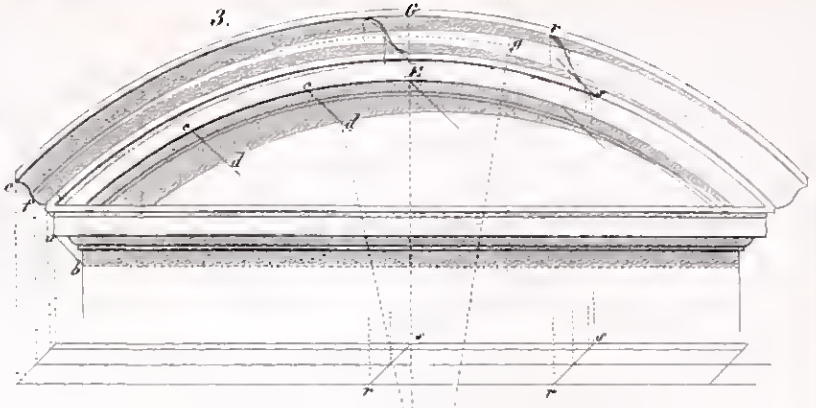




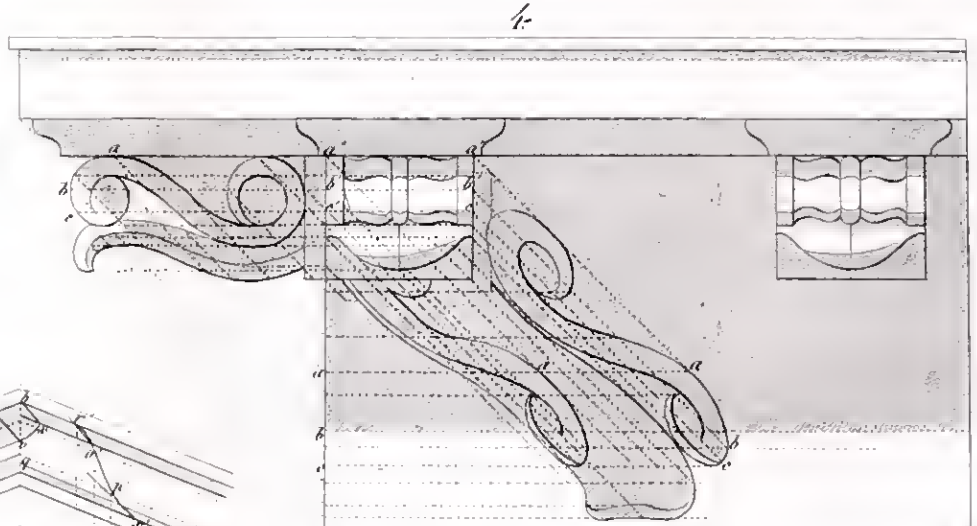
1.



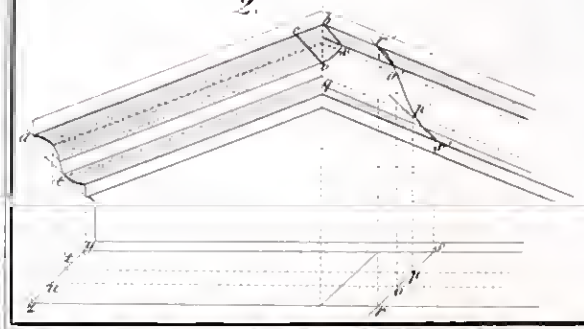
3.

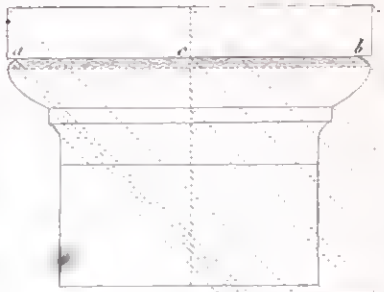


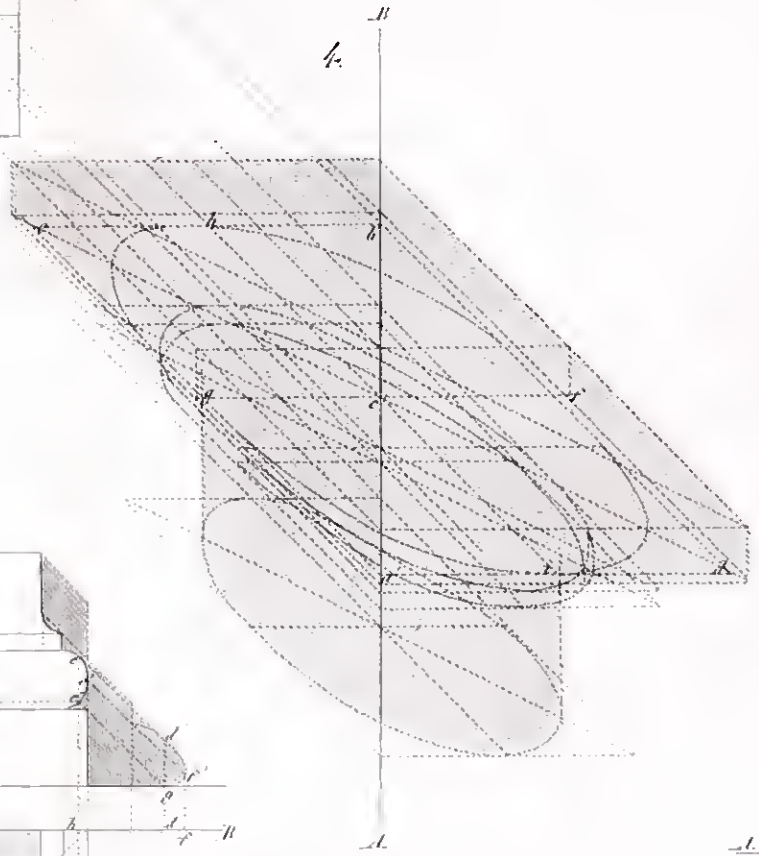
4.

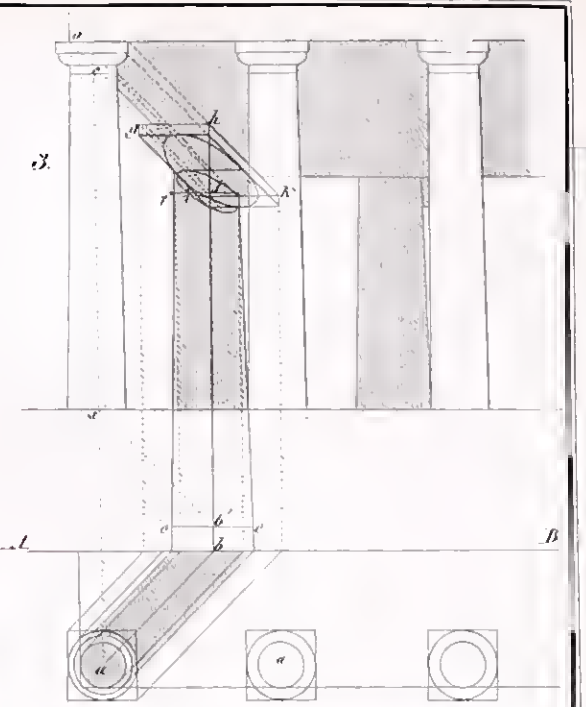


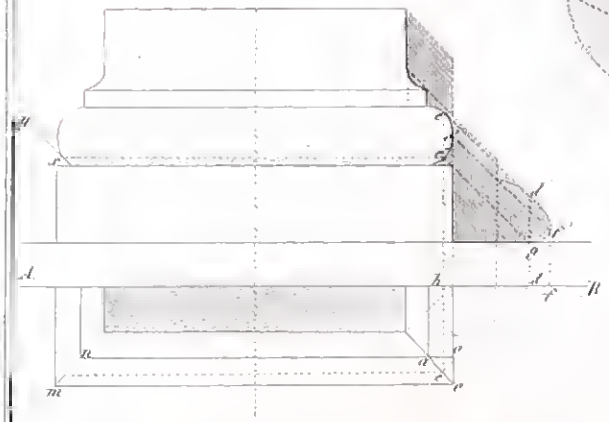
2.

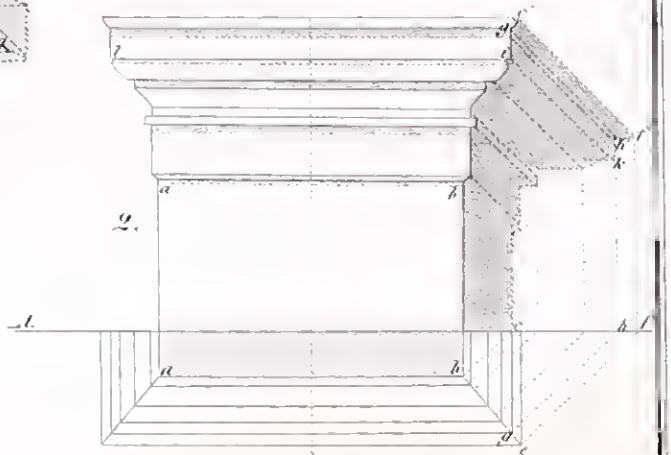


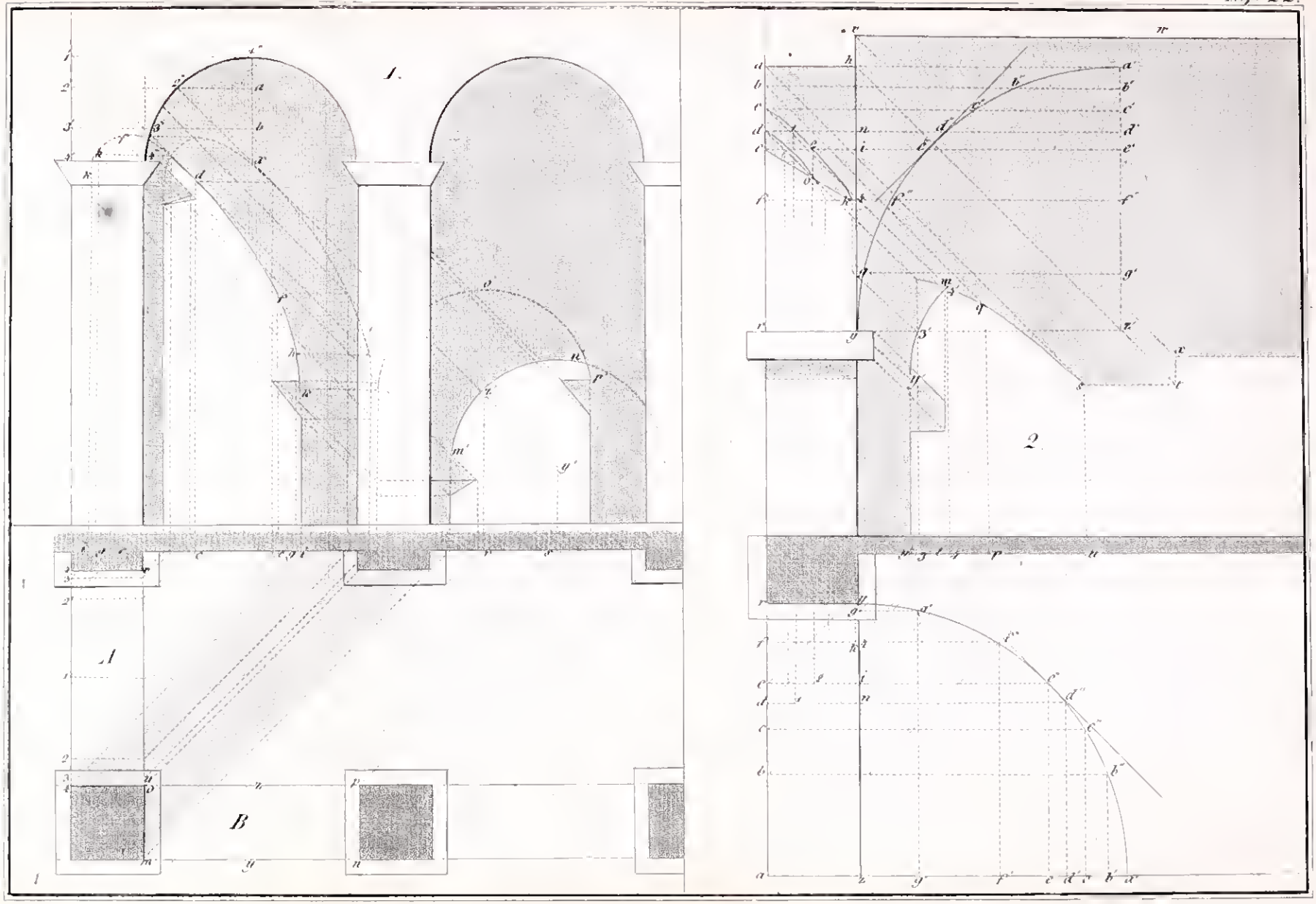


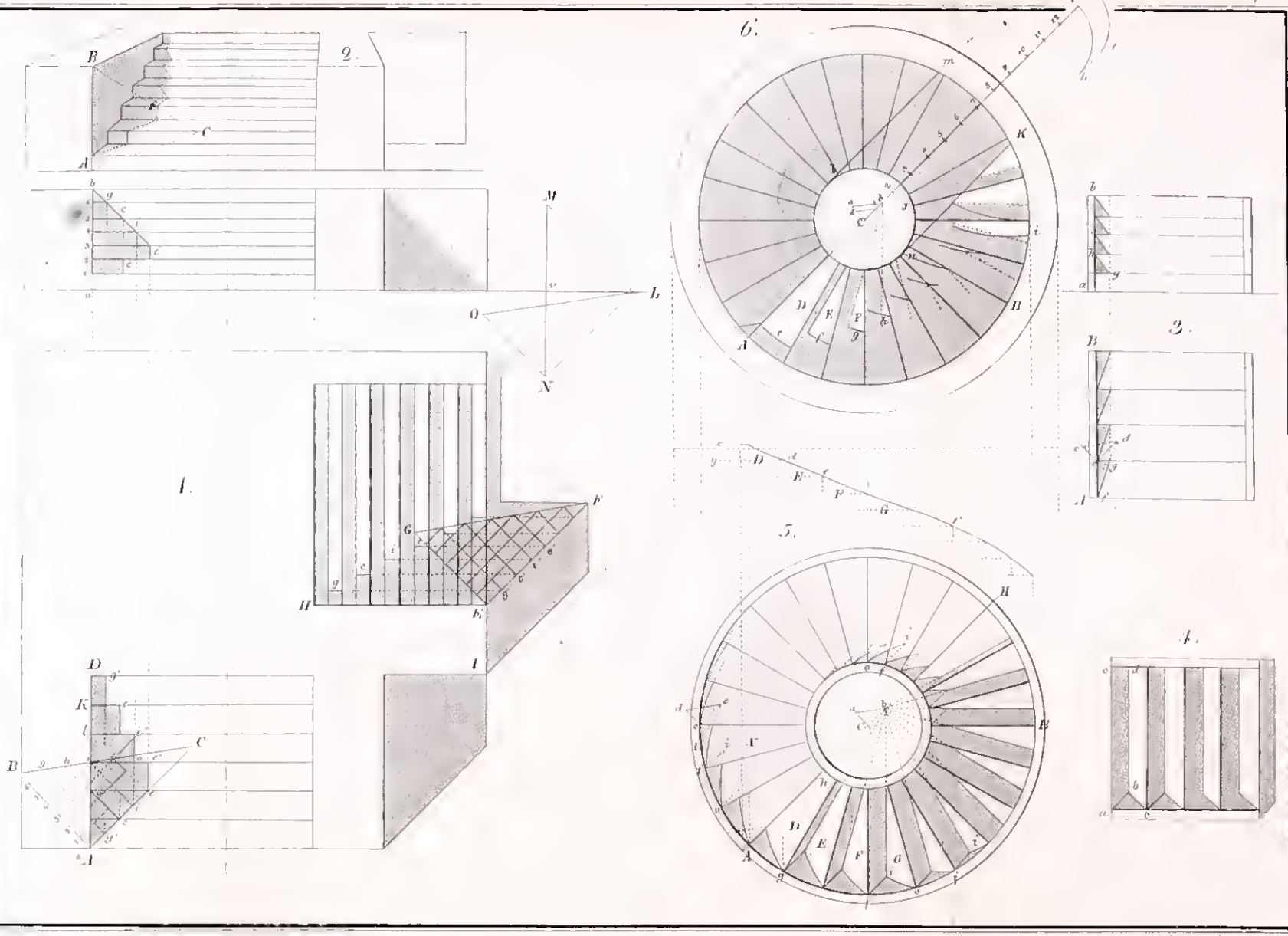

4.

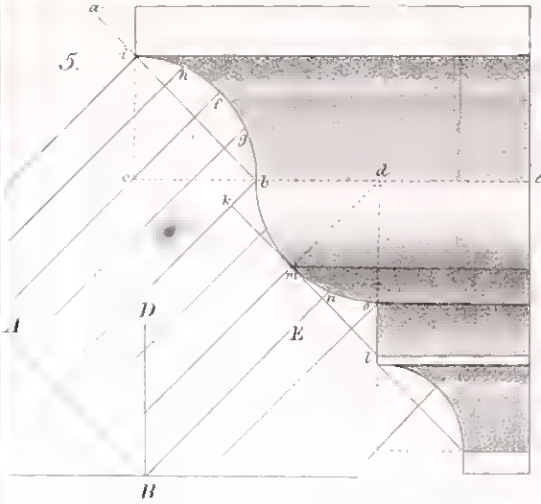

3.

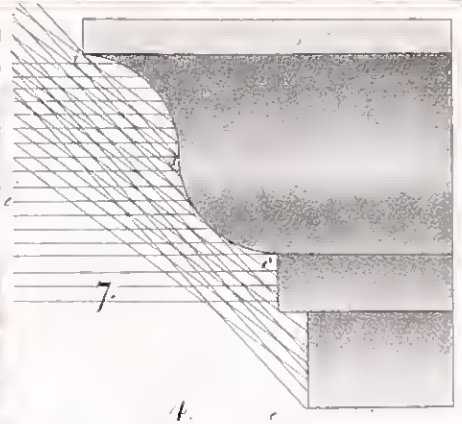

1.

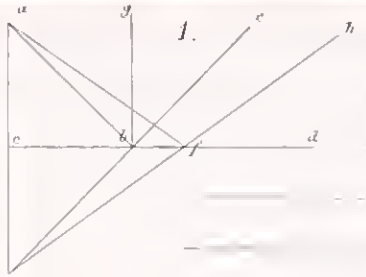

2.

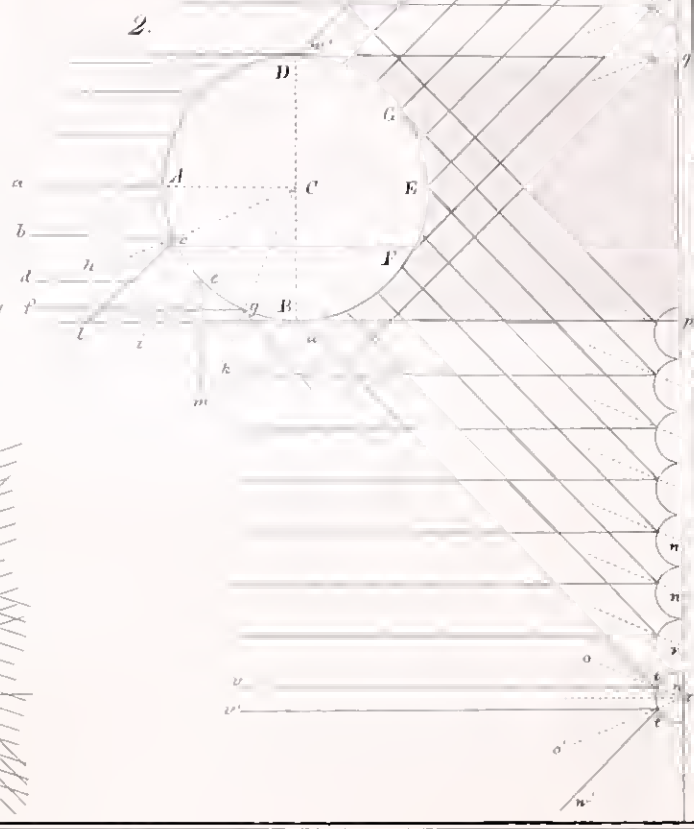

1.
2.
A
B

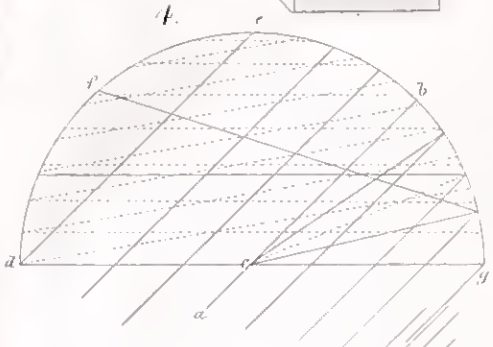

1.
2.
3.
4.
5.
6.

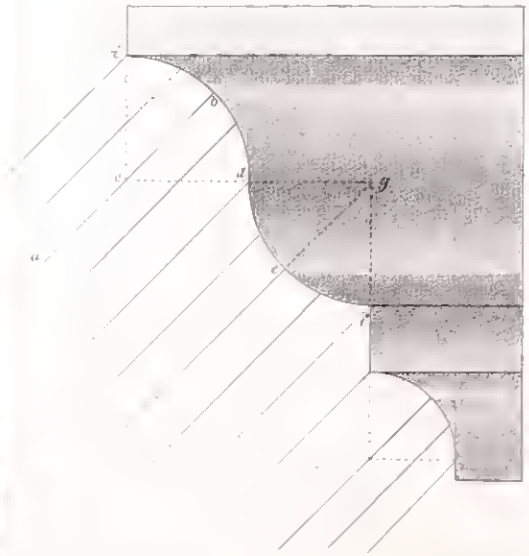

5.
A
D
E
B

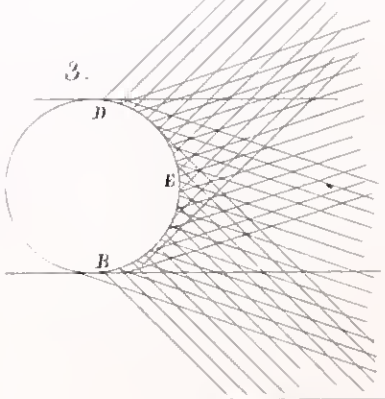

7.


1.


2.


4.


6.


3.

Special 91-B
30541